انتاج الخضر البقولية



سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

أنتاج الخضر البقولية

تــــأليف
أ.د. أحمد عبد المنعم حسن
أستاذ الخضر
كلية الزراعة ــ جامعة القاهــرة

الطبعة الأولى
2002



حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر البقولية

رقم الإيداع : ٢٠٠١/٨١٤٣
I. S. B. N. : 977 - 258 - 165- 5

٣٢ شارع عباس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم. ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها؛ الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلابًا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت – فيما مضى – علوم الأمم الأخرى، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية، فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب، ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى، ثم البريطانى والفرنسى، عاق اللغة عن النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثلتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسادت لغة المستعمر. وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر – فى أسرع وقت ممكن – إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام، والمهنى، والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متابطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عقدًا وأمراضًا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديًا، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية، كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!.

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته – وستقوم بنشره – الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا .. ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى، وفيما أرداه الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم: ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ ﴾.

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

تضم الخضر البقولية - أى تلك التى تنتمى إلى العائلة البقولية - أربعة محاصيل رئيسية من الخضر، هى: البسلة، والفاصوليا، واللوبيا، والفول الرومى، بالإضافة إلى مجموعة كبيرة أخرى من الخضر الثانوية تعد أقل انتشارًا فى الزراعة فى العالم العربى. ويتناول هذا الكتاب بالدراسة المحاصيل الأربعة الرئيسية فقط، وهو أول محاولة باللغة العربية للتعرف على تلك الخضر وطرق إنتاجها بشئ من التفصيل.

يقع الكتاب فى إثنتى عشر فصلاً، خصص منها خمسة فصول لكل من البسلة (الفصول الأول إلى الخامس)، والفاصوليا (الفصول السادس إلى العاشر)، وفصل واحد لكل من اللوبيا (الفصل الحادى عشر)، والفول الرومى (الفصل الثانى عشر). وتناولت مختلف الفصول الخاصة بالبسلة والفاصوليا - على التوالى - مواضيع تعريف بالمحصول، وأهميته، والوصف النباتى، والأصناف (الفصلان الأول والسادس)، والاحتياجات البيئية، وطرق التكاثر، والزراعة، وعمليات الخدمة الزراعية (الفصلان الثانى والسابع)، والفسيولوجى (الفصلان الثالث والثامن)، والحصاد، والتداول، والتخزين (الفصلان الرابع والتاسع)، والأمراض والآفات ومكافحتها (الفصلان الخامس والعاشر). أما الفصلان الحادى عشر والثانى عشر فقد تناولا جميع المواضيع التى أسلفنا بيانها، ولكن بالنسبة لمحصولى اللوبيا والفول الرومى، على التوالى.

وقد أعد هذا الكتاب - كغيره من كتب هذه السلسلة - ليكون مرجعًا لكل من منتجى الخضر البقولية، والباحثين، والطلاب فى مرحلتى البكالوريوس والدراسات العليا، حيث يولى الكتاب أهمية كبيرة لكلٍ من الجانبين العلمى والتطبيقى. كما تم توثيق كل ما ورد فى الكتاب من معلومات بمراجعها الأصلية التى ضمتها قائمة مصادر الكتاب. كذلك روعى فى أسلوب الكتاب أن يكون علميًّا بما يفى بمتطلبات الباحث، وأن يحترم فى

الوقت ذاته حـق المنتـج فـى تفـهم الأسـس التـى بنيـت عليـها التوصيـات التـى وردت بالكتاب.

والله ولى التوفيق.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الأول

تعريف بالبسلة، وأهميتها، وأصنافها

تعتبر البسلة من أهم محاصيل الخضر التى تتبع العائلة البقولية، وهى عائلة تضم عددًا كبيرًا من محاصيل الخضر. وسنتناول منها بالدراسة فى هذا الكتاب أربعة محاصيل رئيسية، هى البسلة، الفاصوليا، واللوبيا، والفول الرومى. أما باقى محاصيل الخضر البقولية .. فإنها تعد ثانوية فى الأهمية فى معظم أرجاء الوطن العربى.

تعريف بالعائلة البقولية

تعرف العائلة البقولية Legumionsae باسم الفاصوليا bean family. وتعرف بعض محاصيل الخضر البقولية باسم pulse crops، وهى المحاصيل التى تزرع لأجل بذورها الجافة، مثل: اللوبيا، والفاصوليا.

وتعتبر العائلة البقولية من أكبر العائلات النباتية، فهى تضم نحو ٦٩٠ جنس، وحوالى ١٨٠٠ نوع. وقد دفع ذلك عالم التقسيم النباتى Hutchinson إلى وضع جميع البقوليات فى رتبة Leguminales التى ضم إليها ثلاث عائلات، هى: البقمية Caesalpiniaceae، والطلحية Mimosaceae، والفراشية Papilionaceae (وتعرف العائلة الأخيرة أيضًا باسم Fabaceae). إلاّ أن Pursglove (١٩٧٤) يرى الإبقاء على العائلة البقولية Leguminosae مع تقسيمها إلى ثلاث تحت عائلات، هى: Caesalpinioideae، و Mimosoideae، و Papilionoideae. وتعرف تحت العائلة الأخيرة أيضًا بالأسماء: Papilionatae، و Faboideae، و Lotoideae، وهى أهمها، وتضم نحو ١٢٠٠ نوع منها جميع الخضر البقولية.

وأوراق البقوليات مركبة غالبًا، ومتبادلة، ولها أذينات، والأزهار خنثى، وغير منتظمة، وتتركب من خمس سبلات منفصلة، وخمس بتلات .. تعرف الخلفية منها بالعلم، والجانبيتان بالجناحين، والأماميتان بالزورق، والأخيرتان ملتحمتان، وتضم

بداخلهما أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث. يتكون الطلع من ١٠ أسدية في محيطين، وتبقى السداة الخلفية منفردة .. بينما تلتحم خيوط الأسدية التسعة الأخرى وتشكل أنبوبة سدائية تضم بداخلها المتاع. يتركب المتاع من كربلة واحدة، تحتوى على حجرة واحدة، ويوجد بداخلها صفان متقابلان من البويضات على الطرز البطنى، والمبيض علوى، والتلقيح ذاتي غالبًا، ولكنه يكون خلطيًا بالحشرات، والثمرة إما قرنة Pod، أو بقلة legume. وتعرف البقلة بأنها ثمرة تتكون من غرفة واحدة، تتفتح من طرزيها الظهرى والبطنى عند النضج. والبذور لا إندوسبرمية عادة.

ويمكن التمييز بين أنواع الخضر البقولية الرئيسية على أساس شكل الورقة كما يلي:

١ – الورقة مركبة ريشية فردية تتكون من ثلاث وريقات:

أ – الوريقات خشنة مغطاة بشعيرات، والأذينات صغيرة جدًّا: الفاصوليا.

ب – الوريقات ناعمة غير مغطاة بشعيرات، والأذينا كبيرة وظاهرة: اللوبيا.

٢ – الورقة مركبة فردية، والوريقة الطرفة متحورة إلى محلاق:

أ – المحلاق كبير، والأذينات كبيرة: البسلة.

ب – المحلاق أثرى صغير، والأذينات صغيرة: الفول الرومى.

وللمزيد من التفاصيل عن الوضع التقسيمى، والوصف النباتى لمحاصيل الخضر التابعة للعائلة البقولية .. يراجع كل من: Hedrick (١٩٣١)، و Purseglove (١٩٧٤)، و Smartt (١٩٧٦)، و Nat. Acad. Sci. (١٩٧٩).

تعريف بالبسلة

تعرف البسلة (أو البازلاء) في بعض الدول العربية باسم بزاليا، وتسمى بالإنجليزية peas، وتميز أساسًا إلى طرازين: garden peas، وهى التى تزرع لأجل بذورها الخضراء، و field peas وهى التى تزرع لأجل بذورها الجافة. ويعرف كلاهما علميًا باسم *Pisum sativunm* L. (ومن الأسماء العلمية الأخرى التى كانت تعرف بها البسلة سابقًا: *P. hortense*، و *P. sativum* subsp. *hortense*).

ويضم النوع *P. sativum* صنفين نباتيين هما:

١ - البسلة العادية التى تؤكل بذورها سواء أكانت خضراء، أم جافة: *P. sativum* var. *humile* Poir.

٢ - البسلة التى تؤكل قرونها كاملة أو البسلة السكرية: *P. sativum* var. *macrocarpon* Ser.

أما الاسم العلمى *P. arvense* L. .. فإنه كان يطلق على البسلة التى تزرع لأجل بذورها الجافة، إلا أنه ليس له ما يبرره، ولم يعد مستعملاً.

وتعد البسلة الخضراء العادية من الخضر المفضلة فى عديد من دول العالم باستثناء الدول الاستوائية التى يشيع فيها استعمال البسلة الجافة (ربما لسهولة تخزينها)، بينما تلقى البسلة السكرية إقبالاً من المستهلكين فى دول الشمال بصورة عامة، أما الاستعمال الأكبر للبسلة فى دول الشمال (والدول المتقدمة بصورة عامة) فهو كغذاء للحيوانات الزراعية.

الموطن

يغلب الظن بأن موطن البسلة يقع فى جنوب غرب آسيا حيث ترجع بقاياها الأثرية إلى ٧٠٠٠-٦٠٠٠ سنة قبل الميلاد، وكذلك المنطقة الممتدة من وسط آسيا حتى شمال غرب الهند وأفغانستان والمناطق المجاورة. كما توجد مناطق نشوء ثانوية فى كل من الشرق الأدنى، وهضاب وجبال الحبشة. وقد عرفت البسلة عند قدماء المصريين، والرومان، والإغريق، ووجدت بذورها فى مقابر قدماء المصريين (Hedrick ١٩١٩). وللمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة البسلة .. يراجع Hedrick (١٩١٩ و ١٩٢٨).

القيمة الغذائية

تزرع البسلة إما لأجل بذورها الخضراء أو الجافة، كما تزرع أصناف قليلة منها لأجل قرونها التى تستهلك كاملة. ويبين جدول (١-١) المحتوى الغذائى لبذور البسلة الخضراء والجافة فى كل ١٠٠ جم من البذور (عن Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح من

الجدول أن البسلة الخضراء من الخضر الغنية جدًا بالبروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والحديد، والمغنيسيوم، والريبوفلافين، والنياسين. كما أنها تعد من الخضر الغنية نسبيًا بالكالسيوم، والثيامين، أما البذور الخضراء .. فإنها تعد غنية جدًا بالنياسين، وغنية نسبيًا بالمواد الكربوهيدراتية، والريبوفلافين، ومتوسطة فى محتواها من البروتين، والفوسفور، والحديد، وفيتامين أ، والثيامين، وحامض الأسكوربيك.

جدول (١-١): المحتوى الغذائى لبذور البسلة الخضراء والبسلة الجافة فى كل ١٠٠ جم من البذور.

المكون الغذائى	البذور الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٧٨	١١,٧
السعرات الحرارية	٨٤	٣٤٠
البروتين (جم)	٦,٣	٢٤,١
الدهون (جم)	٠,٤	١,٣
الكربوهيدرات الكلية (جم)	١٤,٤	٦٠,٣
الألياف (جم)	٢,٠	٤,٩
الرماد (جم)	٠,٩	٢,٦
الكالسيوم (ملليجرام)	٢٦	٦٤
الفوسفور (ملليجرام)	١١٦	٣٤٠
الحديد (ملليجرام)	١,٩	٥,١
الصوديوم (ملليجرام)	٢	٣٥
البوتاسيوم (ملليجرام)	٣١٦	١٠٠٥
المغنيسيوم (ملليجرام)	٣٥	١٨٠
النحاس (ملليجرام)	—	٠,٨٥
فيتامين أ (وحدة دولية)	٦٤٠	١٢٠
الثيامين (ملليجرام)	٠,٣٥	٠,٧٤
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠,١٤	٠,٢٩
النياسين (ملليجرام)	٢,٩	٣,٠
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٢٧	—

وتحتوى البذور الخضراء على تركيزات أعلى من كل من النحاس، والزنك، والمنجنيز عما تحتويه البذور الناضجة. كما تعد البذور الخضراء أعلى من البذور الجافة فى كل من الكالسيوم، والزنك، والفوسفور الميسر للاستعمال (Periago وآخرون ١٩٩٦).

بروتين البسلة

يتراوح المحتوى البروتينى لبذور البسلة الجافة بين ٢١,٢، و ٣٢,٩٪ حسب الصنف، كما يبلغ محتواها من الأحماض الأمينية الضرورية (بالجرام لكل ١٦ جرامًا من النيتروجين) كما يلى (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥).

الليسين	lysine	٨,٩ :	الثريونين	threonine	٤,٢ :
الفالين	valine	٦,٥ :	الليوسين	leucine	٩,٥ :
الأيزوليوسين	isoleucine	٧,٤ :	المثيونين	methionine	١,٣ :
التربتوفان	tryptophan	٠,٧ :	الفنيل آلانين	phenyalanine	٤,٦ :
الأرجنين	argynine	١٣,٤	الهستدين	histidine	٢,٧ :

ويزداد محتوى بذور البسلة من البروتين جوهريًا بزيادة مستوى التسميد الآزوتى. وباستثناء كل من المثيونين، والسيستاين cystine، فإن نسبة مختلف الأحماض الأمينية فى البذور الجافة تزداد جوهريًا – كذلك – بزيادة مستوى التسميد الآزوتى (Igbasan وآخرون ١٩٩٦).

كذلك تزداد القيمة الغذائية لبروتين بذور البسلة بتقدمها فى النضج، ويقل مع النضج الأحماض الأمينية الحرة، والنيتروجين غير البروتينى.

ويفى بروتين البسلة باحتياجات الشخص البالغ من الأحماض الأمينية الضرورية باستثناء الحمضين المثيونين methionine، والسيستين cysteine. وهى تعد غنية بالحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine.

وعلى الرغم من أن نشاط مثبط التربسين trypsin inhibitor activity، ونشاط حامض الفيتك phytic acid activity يزدادان بزيادة البذور فى الحجم، إلا أنهما لا يؤثران فى

صلاحية البذور للهضم التى تزداد بزيادة نضج البذور (Periago وآخرون ١٩٩٦)، وتختلف أصناف البسلة الحقلية (التى تؤكل بذورها الجافة) كثيرًا فى مدى نشاط مثبط التربسين فى بذورها، حيث يصل التفاوت فى نشاط الإنزيم إلى نحو ٣٥٠٪ بين أقل الأصناف وأكثرها نشاطًا (Wang وآخرون ١٩٩٨).

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالبسلة الخضراء فى العالم عام ١٩٩٨ نحو ٨٣٣ ألف هكتار، وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة هى الهند (٢٠٠ ألف هكتار)، فالصين (١١٢ ألف هكتار)، فالولايات المتحدة الأمريكية (١٠٩ آلاف هكتار)، فالمملكة المتحدة (٤٢ ألف هكتار)، ففرنسا (٢٩ ألف هكتار). وكانت أكثر الدول العربية زراعة للبسلة الخضراء هى المغرب (١٦ ألف هكتار)، والجزائر (١٥ ألف هكتار)، ومصر (١٢ ألف هكتار). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى فرنسا (١٥,٧ طنًّا)، وتلتها مصر (١٠,٨ أطنان)، والمملكة المتحدة (١٠,٦ أطنان). وقد بلغ متوسط الإنتاج العالمى ٨,٣ أطنان للهكتار.

وبالمقارنة .. فقد بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالبسلة الجافة فى العالم عام ١٩٩٨ نحو ٦,٨٩٨ مليون هكتار. وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة، هى: روسيا (٩٥٠ ألف هكتار)، فالهند (٨٨٠ ألف هكتار)، فالصين (٧٥٠ ألف هكتار)، ففرنسا (٦١٧ ألف هكتار)، فأوكرانيا (٤٧٣ ألف هكتار)، فأستراليا (٢٩٧ ألف هكتار). وكانت أكثر الدول العربية زراعة للبسلة الجافة، هى: المغرب (٣٨ ألف هكتار)، فالجزائر (٨ آلاف هكتار)، فتونس (٤ آلاف هكتار). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى فرنسا (٥,٤ أطنان)، ثم أوكرانيا (٢,٣ طن)، فالصين (١,٦ طن)، فأستراليا (١,٢ طن). وقد بلغ متوسط الإنتاج العالمى ١,٩ طنًّا للهكتار (FAO ١٩٩٨).

وقد بلغت المساحة الإجمالية التى زرعت بالبسلة فى مصر عام ١٩٩٩ نحو ٥٦٤٩٢ فدان، وخصصت غالبية هذه المساحة (٥٤٤٧٣ فدان) لإنتاج البسلة الخضراء، والباقى (٢٠١٩ فدان) لإنتاج البسلة الجافة. وبلغ متوسط إنتاج الفدان ٣,٤، و ٠,٣ طن من

البسلة الخضراء والجافة على التوالى (الإدارة المركزية للإقتصاد الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ٢٠٠٠).

وتعتبر البسلة الخضراء التى تزرع لأجل التصنيع من أقل الخضروات احتياجًا للأيدى العاملة. ففى الولايات .. لا تحتاج زراعة، ورعاية، وحصاد الفدان الواحد من البسلة إلاّ لتسع ساعات عمل. وقد تحقق ذلك بفضل الميكنة الكاملة لعمليات الزراعة والحصاد (Ware & MaCollum ١٩٨٠).

الوصف النباتى

البسلة نبات عشبى حولى.

الجذور

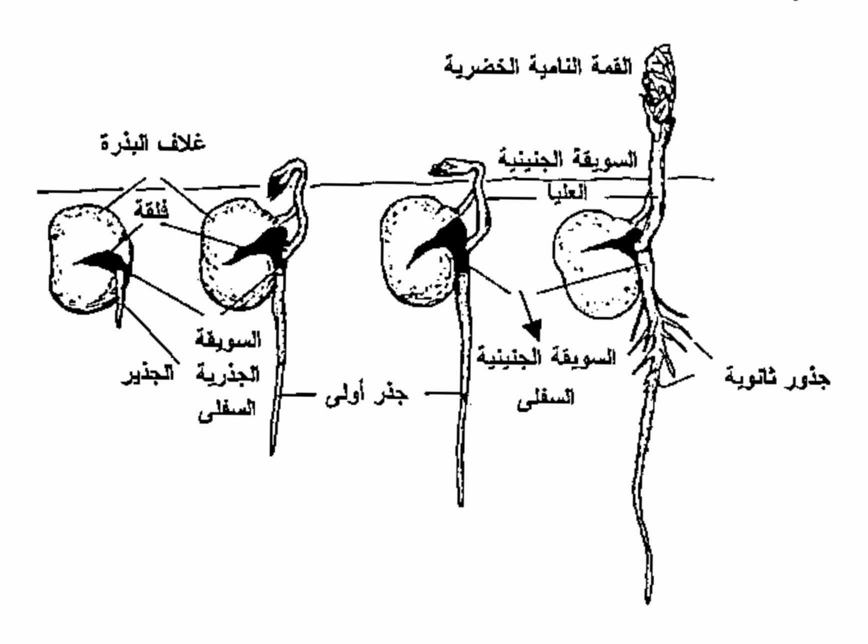
يمر نبات البسلة بمرحلة قصيرة فى بداية حياة النبات يكون فيها النمو الجذرى بطيئًا (lag phase)، ولكن يعقب ذلك مرحلة يكون فيها النمو الجذرى خطيًّا وسريعًا (linear phase)، وتستمر هذه المرحلة إلى ما بعد بداية الإزهار بنحو ١٠ أيام (Thorup-Kristensen ١٩٩٨).

والجذر الرئيسى لنبات البسلة قوى النمو، وكثير التفريع فى الخمسة عشر سنتيمتر العلوية من التربة. يتعمق الجذر لمسافة ٦٠ سم عندما يكون النبات بعمر شهر ونصف الشهر. وتشغل التفرعات الجذرية (٨٠–٩٧٪ من النمو الجذرى) الطبقة السطحية من التربة من عمق ٥ إلى ٢٠ سم (Armstrong وآخرون ١٩٩٤)، كما تنمو الأفرع الجذرية أفقيًّا تقريبًا فى كل الاتجاهات لمسافة حوالى ٤٥ سم، ولكن لا ينمو – بالطبقات العميقة من التربة – سوى عدد قليل من الجذور. وبعد شهر آخر من النمو – أى خلال مرحلة الإزهار تقريبًا – يكون الجذر الرئيسى قد تعمق لمسافة ٩٠ سم، وازداد تفرعه، وازدادت الأفرع الجانبية طولاً وعددًا ليصل انتشارها الجانبى لمسافة حوالى ٩٠ سم، كما يتحول بعضها من النمو الأفقى إلى النمو الرأسى. وحينما تبدأ البذور فى الجفاف بعد حوالى شهر آخر من النمو .. تزداد كثافة النمو الجذرى فى نفس الحيز الذى كانت وصلت إليه الجذور من قبل (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

الساق والأوراق

ساق البسلة إما أن تكون قصيرة dwarf، أو طويلة ومتسلقة climbing، وهى غير محدودة النمو indeterminate. وإن كانت الأصناف الجديدة أكثر ميلاً إلى النمو النمو المحدود determinate، وتكون الساق مجوفة، وتتفرع عادة عند العقد السفلى.

تبقى الفلقتان تحت سطح التربة عند إنبات البذور - أى أن الإنبات أرضى hypogeal (شكل ١-١) وتكون أول ورقتين على النبات بسيطتين، أما الأوراق التالية لهما فتكون مركبة ريشية فردية، يتركب كل منها من ١-٣ أزواج من الوريقات، ووريقة طرفية تتحور هى وزوج الوريقات العلوى أحيانًا إلى محاليق. ولورقة السلة أذينتان كبيرتان. وقد يكون لون الأوراق والأذينات أخضر، أو أخضر ضاربًا إلى الصفرة. وتغطى الوريقات والساق بطبقة شمعية.



شكل (١-١): مراحل إنبات بذرة البسلة.

الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار فى البسلة مفردة، أو فى مجاميع على محور واحد ينشأ فى آباط

الأوراق. ويختلف لون الأزهار حسب الصنف، فهى بيضاء، أو ذات لون كريمى فاتح فى الأصناف التى تؤكل بذورها، وبنفسجية فى الأصناف التى تؤكل قرونها كاملة. يتكون كأس الزهرة من خمس سبلات، ويتكون التويج من علم، وجناحين، وزورق يحيط بالأعضاء الأساسية للزهرة. وتحتوى الزهرة على عشر أسدية تلتحم تسع منها لتشكل أنبوبة سدائية تحيط بالمتاع، ويتكون المتاع من كربلة واحدة، كما يحتوى المبيض على غرفة واحدة يوجد بها صفان متبادلان من البويضات، ويغطى الميسم بشعيرات كثيفة.

تتلقح أزهار البسلة تلقحيًا ذاتيًا فى مرحلة مبكرة من النمو البرعمى قبل اكتمال تفتح الزهرة، حيث تنتثر حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة بنحو ٢٤ ساعة، أى أن الزهرة cleistogamus وتظل المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ثلاثة أيام فى حرارة ١٦°م.

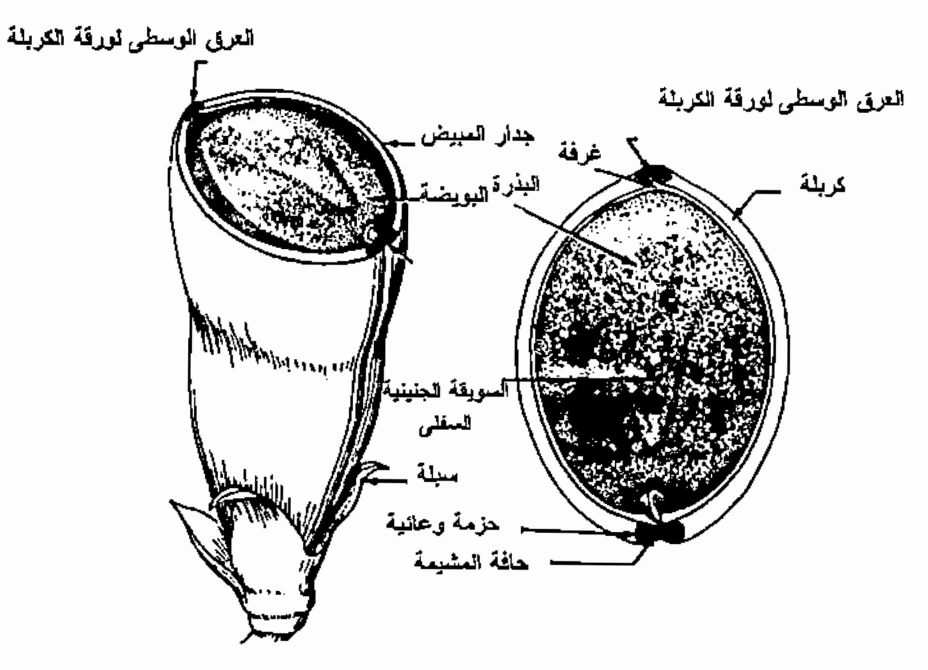
وعلى الرغم من أن نسبة التلقيح الخلطى فى البسلة هى – عمليًا – صفر ٪ فى المناطق الباردة من العالم، إلاّ أنها قد تصل إلى ٦٠٪ فى مناطق معينة، كما فى بيرو (عن Myers & Gritton ١٩٨٨).

الثمار والبذور

ثمرة البسلة قرن، يختلف لونها قبل النضج من الأخضر إلى الأخضر المصفر. والقرن مبطن من الداخل بطبقة الإندوكارب. تظل هذه الطبقة غضة وغير متليفة فى الأصناف التى تؤكل قرونها كاملة، ولا يتفتح القرن عند النضج. أما فى الأصناف التى تؤكل بذورها .. فإن هذه الطبقة تجف وتتصلب عند النضج، ثم يتفتح القرن من الطرزين الظهرى والبطنى. يختلف طول القرن من ٥–١٨ سم. وقد تكون القرون مستقيمة أو منحنية.

تكون البذور الناضجة كروية ملساء، أو مجعدة، وتختلف فى اللون فيما بين الأخضر والأبيض الضارب إلى الخضرة، والأخضر الضارب إلى الصفرة. وتكون البذور مبقعة بنية اللون فى الأصناف التى تؤكل قرونها كاملة. أما لون البذور الداخلى .. فقد يكون أخضر أو أخضر ضاربًا إلى الصفرة.

وتحتوى البذور الجافة الملساء عل نحو ٤٦٪ نشا، بالمقارنة بنحو ٣٤٪ فى البذور المجعدة .. أى أن البذور الجافة المجعدة تكون أكثر حلاوة من الملساء. ويحدث تجعد البذور بسبب انكماش الإندوسيرم عند النضج بدرجة أكبر مما يحدث فى الأصناف ذات البذور الملساء (Watts ١٩٨٠) ويوضح شكل (١-٢) تخطيطاً لقطاع فى مبيض البسلة، وقطاع آخر فى البذرة.



شكل (١-٢): قطاع عرضى فى المبيض (الشكل الأيسر)، والبذرة (الشكل الأيمن) فى البسلة (عن Rost وآخرين ١٩٨٤).

الأصناف

تقسيم الأصناف

أصناف البسلة كثيرة، ويمكن تقسيمها حسب الأسس التالية:

١ – تقسيم الأصناف حسب الغرض من زراعتها، وهى تقسم إلى المجموعات التالية:

أ – أصناف تستعمل بذورها الخضراء، وهى كثيرة.

ب – أصناف تستعمل بذورها الجافة، وتفضل الأصناف ذات البذور الملساء مثل ألاسكا Alaska.

جـ – أصناف تستعمل قرونها الخضراء الكاملة، وتسمى بالبسلة السكرية أو sugar snap peas أو snow peas)، وقرونها غضة لا تتصلب فيها طبقة الإندوكارب المبطنة لجدران القرن من الداخل، ولا تتفتح قرونها عند النضج. ومن أشهر أصنافها: ماموث ملتنج شوجر Mammoth Melting Sugar، ودوارف شوجر بيبى Dwarf Sugar Baby.

٢ – تقسيم الأصناف حسب طول النبات، وهى تقسم إلى ثلاث مجموعات كما يلى:

أ – أصناف قصيرة:

يتراوح طول الساق بين ٣٠ و ٩٠ سم، والسلاميات قصيرة، والنباتات قائمة أو مفترشة، مبكرة لا يدوم الإزهار فيها لفترة طويلة. ومن أمثلتها: الصنف لتل مارفل Little Marvel.

ب – أصناف متوسطة الطول:

يتراوح طول الساق بين ٩٠ و ١٥٠ سم، تنمو مفترشة أو توجه للنمو على دعامات، متأخرة عن المجموعة السابقة. ومن أمثلتها: الصنفان لنكولن Lincoln، وألاسكا.

جـ – أصناف طويلة:

يتراوح طول الساق بين ١٥٠ و ٣٠٠ سم، تربى رأسيًا للنمو على دعامات، سلامياتها طويلة متأخرة، يستمر إزهارها وإثمارها لفترة طويلة. ومن أمثلتها: الصنف ألدرمان Alderman.

٣ – تقسيم الأصناف حسب ملمس البذور الناضجة، وهى تقسم إلى مجموعتين كما يلى:

أ – أصناف ذات بذور ملساء وممتلئة.

وتحتوى بذورها على سكر بنسبة أقل مما فى الأصناف ذات البذور المجعدة. ومن أمثلتها الصنف ألاسكا.

ب – أصناف ذات بذور مجعدة:

وتحتوى بذورها على سكر بنسبة أعلى مما فى الأصناف ذات البذور الملساء. وتنتمى معظم أصناف البسلة إلى هذه المجموعة.

٤ – تقسيم الأصناف حسب حجم البذور غير الناضجة، وهي تقسم إلى مجموعتين كما يلي:

أ – أصناف ذات بذور صغيرة أو متوسطة الحجم، وتفضل للتعليب. ومن أمثلتها: ألاسكا Alaska، وسربرايز Surprise، وبرفكشن Perfection.

ب – أصناف ذات بذور متوسطة أو كبيرة الحجم، وتفضل للتجميد والتسويق الطازج. ومن أمثلتها: ألدرمان، ولنكولن، وبروجرس Progress.

ويمكن المقارنة بين بعض أصناف البسلة – بالنسبة لحجم بذورها غير الناضجة – بالرجوع إلى جدول (١–٢) الذى يعطى النسبة المئوية للبذور التى تقع فى درجات الأحجام المختلفة المعمول بها فى السوق الأوروبية المشتركة. وتختلف هذه الدرجات حسبما إذا كان الصنف ذا بذور ملساء، أم مجعدة كما هو مبين فى جدول (١–٣).

جدول (١–٢): مقارنة بين بعض أصناف البسلة بالنسبة لحجم بذورها (عن كتالوج شركة رويال سلاوس).

الصنف [١]	وزن ١٠٠ بذرة (جم)	النسبة المئوية للتدريج [٢]				
		١	٢	٣	٤	٥
رسكوروى	٢٤٠	٣	٦	١٣	٣٣	٤٥
بروجرس رقم ٩	٢٤٠	٣	٦	١٣	٣٣	٤٥
كلفيدون وندر	٢٠٥	٦	٨	١٤	٣٤	٣٨
تريتون	٢٤٥	٤	٩	١٣	٣٤	٤٠
لتل مارفل	٢٤٠	١	٥	٢٢	٤٢	٣٠
أونوارد	٣٠٠	—	٣	١٥	٣٥	—
لنكولن	٢٤٠	١	٥	٢٢	٤٢	٣٠
فيدور	٢٢٠	٤	٨	٢٣	٤٧	١٨
دارك سكن بيرفكشن	٢٣٥	٤	٦	٢٣	٤٧	٢٠
ألدرمان	٢٨٠	—	٥	٢٠	٤٠	٣٥

(١) جميع الأصناف المذكورة فى الجدول بذورها مجعدة.

(٢) تفاصيل التدريج موضحة فى جدول (١–٣).

٥ – تقسيم الأصناف حسب لون البذور غير الناضجة، حيث تقسم إلى مجموعتين كما يلي:

أ – أصناف لون بذورها أخضر فاتح، وتستعمل فى التعليب. ومن أمثلتها ألاسكا، وسربرايز.

ب – أصناف لون بذورها أخضر قاتم، وتستعمل فى التجميد والتسويق الطازج. ومن أمثلتها: ألدرمان، وفروستى Frosty، ولنكولن، وفريزر ٦٠ Freezer 60، ودارك سكن برفكشن Drak Skin Perfection.

جدول (١–٣): درجات أحجام بذور البسلة المعمول بها فى السوق الأوروبية المشتركة.

الدرجة		حجم البذور بالبوصة فى الأصناف ذات البذور	
الرقم	الاسم	الملساء	المجعدة
الأولى	Extra fine	٠,٣ >	٠,٣ >
الثانية	Very fine	٠,٣٣–٠,٣	٠,٣٣–٠,٣
الثالثة	Fine	٠,٣٥–٠,٣٣	٠,٣٧–٠,٣٣
الرابعة	Medium fine	٠,٣٧–٠,٣٥	٠٤١–٠,٣٧
الخامسة	Medium	٠,٣٧ <	٠,٤١ <

٦ – تقسيم الأصناف حسب عدد العقد حتى أول زهرة، وهى صفة ترتبط ارتباطًا وثيقًا بدرجة التبكير فى النضج. وتقسم الأصناف إلى ثلاث مجموعات كما يلى:

أ – أصناف مبكرة، تتكون أول زهرة عند العقدة الثامنة أو التاسعة كما فى الصنفين ألاسكا وسربرايز.

ب – أصناف متوسطة التبكير، تتكون أول زهرة عند العقدة الثالثة عشرة إلى الرابعة عشرة كما فى الصنفين وندو Wando، وبيرفكتد فريزر ٦٠ Perfected Freezer 60.

جـ – أصناف متأخرة، وتتكون أول زهرة عند العقدة السادسة عشرة إلى الثامنة عشرة كما فى الصنف ليت برفكشن Late Perfection.

٧ – تقسيم الأصناف حسب عدد القرون عند كل عقدة، حيث تقسم إلى ثلاث مجموعات كما يلى:

أ – أصناف بها قرن واحد عند كل عقدة single podded، مثل: سربرايز.

ب – أصناف بها قرنان عند كل عقدة double podded، مثل لتل مارفل، وفروستى، وبيرفكشن.

جـ – أصناف بها أكثر من قرنين عند كل عقدة multiple podded، وهى قليلة، مثل: إستافيت Estafette.

٨ – تقسيم الأصناف حسب حجم وشكل القرون، حيث توجد أصناف قرونها صغيرة إلى متوسطة الحجم، ونهاياتها عريضة، وغير مسحوبة كما فى سربرايز، ولتل مارفل، وأصناف أخرى قرونها كبيرة ونهايتها مدببة كما فى بروجرس، ولنكولن.

هذا .. وتوجد صفات أخرى يمكن أن تتخذ كأساس لتقسيم الأصناف، مثل: وجود أو عدم وجود الصبغات على ساق النبات، والحجم النسبى للوريقات ولونها، وما إذا كانت الأذينات كبيرة أم أثرية، ودرجة تكوين المحاليق.

الطرز الصنفية

تصنف أصناف البسلة تحت عدد من الطرز الصنفية varietal types، التى تتباين فى صفات معينة، بينما تشترك أصناف كل طراز فى صفات أخرى تجعلها مناسبة للغرض الذى تزرع من أجله.

ومن أهم طرز البسلة الصنفية التى تزرع لأجل الاستهلاك الآدمى، ما يلى:

١ – البسلة الجافة Dry Peas:

تتميز أصناف البسلة الجافة بأنها غالبًا غير محدودة النمو، وذات بذور ملساء ونشوية، وقد تكون البذور خضراء أو صفراء اللون. يجرى حصاد هذه الأصناف آليًّا عندما تنخفض نسبة الرطوبة فى بذورها إلى ١٢٪ أو أقل من ذلك.

٢ – البسلة الخضراء ذات البذور الكبيرة المبططة Marrowfat Peas:

نشأت تلك المجموعة من الأصناف غالبًا فى إنجلترا خلال القرن السادس عشر أو السابع عشر، وبذورها كبيرة، ومبططة، وبها نغزة dimpled. تكون نباتات هذه المجموعة من الأصناف قصيرة، وأوراقها كبيرة جدًّا، ونمواتها الخضرية كثيفة وكثيرة

التفريع، ومتأخرة غالبًا، وتكون بذورها ضعف حجم بذور الصنف ألاسكا. وفى المملكة المتحدة – حيث تنتشر زراعة تلك الأصناف – فإن البذور تهرس وتعلب، وتعرف باسم البسلة المهروسة mushy peas. كذلك تنتشر زراعة واستعمال الـ marrofats فى جنوب شرق آسيا، حيث تقلى أو تُحمَّص مع أنواع مختلفة من مكسبات النكهة، وتعبأ للاستعمال كتسالى. وتتميز البذور ذات النوعية الجيدة منها باللون الأخضر القاتم، وقد تضاف إليها الألوان الصناعية عند إعدادها.

٣ – البسلة التى تؤكل قرونها الكاملة Edible Podded Peas:

استعملت البسلة التى تؤكل قرونها الكاملة منذ عدة قرون مضت، ولكن ظهرت حديثًا الأصناف التى تعرف باسم "البسلة المتقصفة" Snap peas، وهى تتميز عن البسلة المأكولة القرون الأصلية – ذات القرون المبططة flat والتى تحصد فى طور مبكر جدًّا من تكوينها – تتميز عنها بأن قرونها أسطوانية الشكل، وسميكة، ولحمية، وتتكسر بسهولة عند ثنيها كما تتكسر الفاصوليا الخضراء. وتحصد قرون البسلة المتقصفة – عادة – حينما تصل البذور إلى حجمها الكامل تقريبًا.

٤ – بسلة التجميد Freezer Peas:

تتميز بسلة التجميد بأن بذورها ذات قصرة خضراء داكنة اللون. وتحصد أصناف ذلك الطراز آليًّا عندما تكون قراءة التندرومتر Tenderometer reading بين ٩٥، و ١٠٥. وتعنى قراءة التندرومتر الأعلى من ذلك بذورًا أعلى فى محتواها من النشا، تكون أقل جودة. وتحسب الفترة من الزراعة إلى الحصاد – عادة – اعتمادًا على عدد الوحدات الحرارية المتراكمة heat units accumulated، والتى تقدر بنحو ١٢٠٠ فى الأصناف المبكرة، و ١٣٥٠ فى الأصناف المتوسطة فى موعد نضجها، و ١٥٠٠ فى الأصناف المتأخرة، وذلك على أساس حرارة أساس base temperature مقدارها ٤٠ْف (٤,٤ْم)، ويتم – عادة – نقل المحصول إلى مصانع التجميد فى خلال ساعة من الحصاد لأجل المحافظة على جودة المنتج.

٥ – بسلة التعليب Canner Peas:

تتميز بسلة التعليب بأن بذورها أفتح لونًا مقارنة ببسلة التجميد. ولا تصلح بسلة

التجميد للتعليب لأن لونها الأخضر الداكن يتحول عند التعليب إلى اللون البنى بسبب الحرارة العالية. وتخضع بسلة التعليب لنفس إجراءات حصاد بسلة التجميد.

٦ – البسلة النمساوية الشتوية Austrian Winter Peas:

تتميز البسلة النمساوية الشتوية بأن سيقانها، وأزهارها، وبذورها ملونة، ويشار إليها – أحيانًا – بالإسم العلمى *P. arvense*، أو *P. sativum* spp. *arvense*. ولكن هذا الطراز يتلقح بصورة عادية مع البسلة الخضراء، ولا يجوز اعتباره نوعًا مستقلاً. وتزرع أصناف هذا الطراز – عادة – فى الخريف فى المناطق الباردة، لأن نباتاتها تتحمل التجمد مثل قمح الشتاء. وإلى جانب استعمال بذورها الخضراء، فإن البذور الجافة يمكن أن تستعمل كغذاء للحيوانات الزراعية (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

المواصفات المرغوبة فى أصناف البسلة للأغراض المختلفة

توجد مواصفات عامة يجب أن تتوفر فى جميع الأصناف، مثل: المحصول المرتفع، والمقاومة للآفات الهامة المنتشرة فى منطقة الزراعة، والتأقلم على الظروف البيئية السائدة. بالإضافة إلى ذلك .. ينبغى أن تتوفر صفات أخرى حسب الغرض من الاستعمال كما يلى:

١ – أصناف التعليب:

أ – تفضل الأصناف ذات البذور الملساء الصغيرة لأن المستهلك يربط ما بين الحجم الصغير والنوعية الجيدة.

ب – يجب أن تكون قصرة البذرة سميكة وصلبة لتبقى متماسكة أثناء عملية التعليب.

جـ – يفضل لون البذور الأخضر الفاتح.

د – يفضل أن يكون النضج مركزًا ليمكن إجراء الحصاد آليًا.

٢ – أصناف التجميد:

يفضل لون البذور الأخضر الداكن، والحجم الكبير، والقصرة الطرية، والنضج المركز

ليمكن حصادها آليًا، والبذور المجعدة هى المطلوبة فى التجميد، وقد تغير الاتجاه مؤخرًا إلى تفضيل البذور الصغيرة الحجم.

مواصفات الأصناف الهامة

أولاً: الأصناف التى تزرع لأجل بزورها (البسلة العادية)

● لتل مارفل Little Marvel:

النباتات قصيرة، يبلغ طولها ٤٥ سم، لونها أخضر داكن، تحمل القرون فردية أو فى أزواج، يبلغ طول القرن ٧,٥ سم، القرون ممتلئة جيدًا، ونهاياتها غير مدببة، ولونها أخضر قاتم، يحتوى القرن على ٧-٨ بذور، البذور الجافة متوسطة الحجم، ولونها أخضر فاتح، ومجعدة، وهو صنف غزير المحصول، مبكر النضج، يبدأ النضج بعد ٦٥ يومًا من الزراعة، ومقاوم للذبول الفيوزارى، وتنتشر زراعته فى مصر.

● بروجرس ٩ Progress No. 9:

النباتات قصيرة، يبلغ طولها ٤٥ سم، القرون أكبر من قرون الصنف لتل مارفل، ومستقيمة، وممتلئة، البذور الخضراء سكرية وأكبر حجمًا من بذور لتل مارفل، مبكر، حيث يبدأ النضج بعد ٦٠ يومًا من الزراعة، غزير المحصول، يبلغ طول القرن ٩ سم، وعرضه ٢ سم، ولونه أخضر داكن، وبه من ٦-٨ بذور، وهى جافة مجعدة، وأكبر من بذور لتل مارفل. النبات مقاوم للسلالة رقم ١ من ذبول الفيوزاريم، ويوصى بزراعته فى الدلتا محل الصنف لتل مارفل.

● ماستر Master:

النباتات قصيرة، وقرونها طويلة، ويوجد بها نحو ١١-١٢ بذرة.

● بيرفكشن Perfection:

النباتات متوسطة الطول، ومتوسطة النضج، والقرن مستقيم.

● ألاسكا Alaska:

النباتات متوسطة الطول، لونها أخضر فاتح، يبلغ طول القرن ٧ سم، ونهاياتها غير مدببة. ولونها أيضًا أخضر فاتح، يحتوى القرن على ٦-٧ بذور صغيرة كروية ملساء،

البذور الجافة ملساء. غزير المحصول، مبكر النضج، يبدأ الحصاد بعد ٥٧ يومًا من الزراعة، يصلح للحفظ والاستعمال الجاف، مقاوم للذبول الفيوزارى.

• لنكولن Lincoln:

النباتات متوسطة الطول، يبلغ طولها حوالى ٨٠ سم، الساق كثير التفريع، تحمل القرون فردية عادة وفى أزواج أحيانًا. يبلغ طول القرن ٩ سم، ولونه أخضر زاهٍ، والقرون رفيعة، ومستقيمة، وأطرافها مدببة، كما يحتوى القرن على ٦-٨ بذور خضراء، البذور الجافة مجعدة، متأخر النضج، يبدأ الحصاد بعد نحو ٧٥ يومًا من الزراعة، مقاوم للذبول الفيوزارى، وتعرف زراعته فى مصر.

• فيكتورى فريزر Victory Freezer:

النباتات متوسطة الطول، ينصح بزراعته بدلاً من الصنف لنكولن نظرًا لأنه يزيد عنه فى المحصول بحوالى ٤٠٪، يعطى محصوله على فترة أطول، تشبه قرونه قرون الصنف لتل مارفل إلى حد كبير، متوسط النضج، ينصح بزراعته مبكرًا، يبدأ الحصاد بعد حوالى ٧٥ يومًا من الزراعة.

• ألدرمان Alderman:

النباتات طويلة حيث يصل طولها إلى ١٥٠ سم، لونها أخضر قاتم، تُحمل القرون فردية، ولونها أخضر قاتم، وتكون مستقيمة ومستدقة، ويبلغ طولها ١٢ سم، يحتوى القرن على ٨-١٠ بذور كبيرة لونها أخضر فاتح، البذور الجافة مجعدة، متأخر النضج، يبدأ الحصاد بعد ٧٤ يومًا من الزراعة، غزير المحصول، تلزمه دعامات لكى يعطى محصولاً عاليًا (مرسى والمربع ١٩٦٠، ونصار وآخرون ١٩٨٢).

• يوتريلو Utrillo:

صنف متوسط التبكير، قرونه ممتلئة بالبذور التى يبلغ عددها ٨-١٠ بذور لكل قرن. يبدأ الحصاد بعد ٧١ يومًا.

• بوليرو Bolero:

صنف متوسط التبكير، قرونه ممتلئة بالبذور. يقاوم هذا الصنف السلالة رقم ١ من مرض الذبول الفيوزارى يبدأ الحصاد بعد ٧٩ يومًا.

● روندو Rondo:

صنف متأخر النضج، قرونه طويلة يبلغ معدل طولها ١١-١٢ سم، ممتلئة بالبذور. يبدأ الحصاد بعد ٧٤ يومًا.

● تليفزيون Television:

صنف متوسط الطول، يبلغ طول النبات حوالى ٧٥ سم، قرونه طويلة يبلغ طولها حوالى ١٣ سم، ويحتوى القرن على ٧-٨ بذور (شكل ١-٣، يوجد فى آخر الكتاب).

● بونتفُل Bountiful:

يبلغ طول النبات ١٤٠ سم، يحمل قرن واحد عند كل عقدة، يبلغ طول القرن ٩-١٠ سم، ويحتوى على ٧-٩ بذور، والبذور مستديرة وملساء وهى جافة.

ثانيًا: الأصناف التى تزرع لأجل قرونها الكاملة (البسلة السكرية)

يعرف طرازان من البسلة السكرية sugar peas، هما:

١ - طراز تحصد فيه القرون بعد أن تكبر البذور فى الحجم، ويعرف باسم sugar snap peas، وقد اكتشفت وطورت أصناف هذا الطراز فى الولايات المتحدة بواسطة شركة البذور التى تعرف باسم Rogers NK، وهى قد تكون بدون ألياف (خيوط) stringless، أو تكوّن ألياف string، ولكن خاصية غياب الخيوط قد تزول وتتكون الخيوط إذا تعرضت القرون لحرارة تزيد عن ٢١°م نهارًا لمدة يومين أو أكثر عند بداية امتلاء البذور. ومن أمثلة أصناف هذا الطراز ما يلى:

● ماموث ملتنج شوجر Mammoth Melting Sugar:

النباتات طويلة حيث يصل طولها إلى ٣٠٠ سم، ولونها أخضر فاتح، تحمل القرون فردية، وهى عريضة لحمية، وخالية من الألياف، ومنضغطة بين البذور. يصل طول القرن إلى ١٢ سم، ويحتوى على ٧ بذور كبيرة. البذور الجافة كبيرة كروية لونها أبيض كريمى، متأخر النضج، يبدأ الحصاد بعد ٧٤ يومًا من الزراعة.

● دوارف جراى شوجر Dwarf Gray Sugar:

النباتات متوسطة الطول حيث يصل طولها إلى ٧٠ سم. تحمل القرون - التى تخلو

من الألياف – فى أزواج، ولونها أخضر فاتح، ومنحنية كثيرًا، ويبـغ طولها ٧,٥ سم، ومنضغطة بين البذور. البذور الجافة صغيرة، وكروية، ولونها رمادى ومبرقشـة، متوسط النضج، يبدأ الحصاد بعد ٦٥ يومًا من الزراعة.

• أوريجون شوجر بض Oregon Sugar Pod

يبلغ طول النبات حوالى ٧٠ سم، مبكر، تحمل القرون فى أزواج. يبلغ طول القرن من ٧,٥–١٠ سم. وقد انتخب صنف آخر أطلق عليه اسم أوريجون شوجر بض ٢.

• شوجر سناب Sugar Snap:

يبلغ طول النبات حوالى ١١٥–١٣٠ سم، ويبلغ طول القرن ٨ سم. والنبات مقاوم للسلالة رقم ١ من الفطر المسبب لمرض الذبول الفيوزارى (Univ. Calif. ١٩٨٣).

• شوجر بيرل Sugar Pearl:

تتحور الوريقات فى هذا الصنف إلى محاليق. يبلغ طول النبات ٦٠–٧٠سم، ويبغ طول القرن ٧سم، ويحتوى على ٨ بذور. النبات مقاوم للبياض الدقيقى، والسلالة رقم ١ من الفطر المسبب للذبول الفيوزارى، ويتحمل الإصابة بفيرس التفاف أوراق البسلة.

• شوجر دادى Sugar Dady:

يبلغ طول النبات ٧٠–٨٠ سم، ويبلغ طول القرن ٨ سم، ويحتوى على ٨ بذور. مقاوم للبياض الدقيقى ويتحمل الإصابة بفيرس التفاف أوراق البسلة (شكل ١–٤، يوجد فى آخر الكتاب).

• شوجر اسبرنج Sugar Spring:

مقاوم للبياض الدقيقى، ويبلغ طول النبات ٦٦ سم.

• شوجر برنس Sugar Prince:

مقاوم للبياض الدقيقى، ويتحمل الإصابة بالذبول الفيوزارى. يبلغ طول النبات ٦٨ سم.

• شوجر كنج Sugar King:

مقاوم للبياض الدقيقى، ويبلغ طول النبات ٥٥ سم.

• استنرنجلس شوجر سناب Stringless Sugar Snap:

مقاوم للبياض الدقيقى، ويتحمل الإصابة بالذبول الفيوزارى. يبلغ طول النبات ٥٥ سم.

• شوجر سويت Sugar Sweet.

• شوجر جم Sugar Gem.

• توليدو Toledo.

• كاسكاديا Cascadia.

٢- طراز تؤكل فيه القرون وهى جلدية مبططة تظهر عليها بالكاد مواضع البذور التى تكون فى بداية تكوينها عند الحصاد (شكل ١-٣، يوجد فى آخر الكتاب)، وتعرف أصناف هذا الطراز باسم "مَنجتوه"، وفى الإنجليزية باسم snow peas، أو mangetout peas، وكذلك باسم Oriental edible pea، و Chinese pod pea، ومن أمثلتها الأصناف التالية:

• اسنو جرين Snow Green:

صنف متأخر، يبلغ طول النبات ٧٥-٨٠ سم، ويبلغ طول القرن ٩ سم، ولونه أخضر قاتم، يحتوى على ٨ بذور. مقاوم للذبول الفيوزارى (سلالة رقم ١)، والبياض الدقيقى.

• اسنو وند Snow Wind:

الوريقات متحورة إلى محاليق مع بقاء الأذينات ورقية الشكل (semi-leafless)، يبلغ طول النبات ٧٠-٨٠ سم، ويبلغ طول القرن ٩ سم، لونه أخضر قاتم، ويحتوى على ٨ بذور. مقاوم للذبول الفيوزارى (سلالة رقم ١)، والبياض الدقيقى.

• أورجون جاينت Oregon Giant:

يبلغ طول القرون ١٠ سم وعرضها ٢,٥ سم، ولونها أخضر متوسط. ويبلغ طول النبات ٦٠ سم، وهو يتحمل الإصابة بالبياض الدقيقى والذبول الفيوزارى (سلالة رقم ١) (شكل ١-٥، يوجد فى آخر الكتاب).

• اسنو فليك Snow Flake:

صنف متأخر النضج، يبلغ طول النبات ٥٠–٦٠ سم، ويبلغ طول القرن ١٠ سم. مقاوم للبياض الدقيقى والذبول الفيوزارى (سلالة رقم ١).

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف البسلة .. يراجع Hedrick (١٩٢٨)، و Wade (١٩٣٧) بشأن الأصناف القديمة، و Minges (١٩٧٢) بشأن الأصناف التى أدخلت فى الزراعة من ١٩٣٧ حتى ١٩٧٢، و Tigchelaar (١٩٨٠ و ١٩٨٦) بشأن الأصناف التى أدخلت فى الزراعة بعد ذلك حتى عام ١٩٨٦، كما يعطى Wehner (١٩٩٩) بيانًا بجميع قوائم أصناف الخضر، ووصفًا لأصناف البسلة التى أدخلت فى الزراعة بعد آخر قائمة سبق نشرها فى عام ١٩٩١.

الفصل الثانى

إنتاج البسلة

التربة المناسبة

تنمو البسلة فى أنواع مختلفة من الأراضى من الطميية الرملية الخفيفة إلى الطينية الثقيلة. وتفضل الأراضى الطميية الرملية عند الرغبة فى إنتاج محصول مبكر، والأراضى الطميية أو السلتية الجيدة الصرف لإنتاج محصول وفير، وتفضل الأراضى الغنية بالمادة العضوية.

ويؤدى انضغاط التربة (الأمر الذى يحدث بسبب مرور الآليات الثقيلة عليها وهى رطبة) .. يؤدى إلى ضعف النمو الجذرى لنباتات البسلة، وضعف نموها الخضرى، وإنتاجها من القرون، ويقل فيها تكوين عقد رايزوبيم الجذرية، وتزداد إصابتها بعفن أفانوميسس الجذرى Aphanomyces root rot، كما تصفر فيها النباتات مبكرًا وتموت (Grath & Hakansson ١٩٩٤).

يتراوح pH التربة المناسب بين ٥,٥ و ٦,٧، ولا تنمو البسلة جيدًا فى الأراضى العالية الحموضة، ويؤدى نقص عنصر المنجنيز فى الأراضى القلوية إلى اصفرار الأوراق.

وتزداد حساسية البسلة للأراضى الصودية (pH = ٩,٣، وصوديوم متبادل بنسبة ٣٥٪) فى مرحلة النمو الزهرى، ويقل فيها محصول البذور بنسبة ٥٠٪، على الرغم من قدره النمو الخضرى على تحمل ظروفًا أقسى من ذلك (pH = ٩,٨، وصوديوم متبادل بنسبة ٦٨٪). ويفضل عند زراعة البسلة فى هذه النوعية من الأراضى اختيار الأصناف ذات البذور الكبيرة الحجم للزراعة، نظرًا لأن محصولها من البذور لا ينخفض كثيرًا فى هذه الظروف مقارنة بالأصناف ذات البذور الصغيرة الحجم (Dua & Sharma ١٩٩٣).

الاحتياجات البيئية

يمكن لبذور البسلة أن تنبت فى درجات حرارة منخفضة نسبيًا. وتعتبر درجة ٤°م

الحد الأدنى للإنبات، لكن الإنبات يكون بطيئًا عندها. وأنسب درجة حرارة للإنبات هى ٢٤°م. وبرغم أن الإنبات يكون أسرع فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك، إلا أن نسبته تكون أقل، وذلك بسبب تعرض البذور للتعفن فى التربة بواسطة بعض أنواع البكتيريا والفطريات التى تنشط فى هذه الظروف.

تنمو نباتات البسلة بين الحرارة الدنيا للنمو وهى ٤°م، والدرجة القصوى وهى ٤٠°م (Greogieva & Lichtenthaler ١٩٩٩)، بينما تتراوح درجة الحرارة المثلى لنمو النبات بين ٢٠ و ٢٣°م فى المراحل الأولى من النمو، وبين ١٠ و ١٧°م ابتداءً من الشهر الثانى بعد الزراعة. ولا تعقد الأزهار جيدًا فى درجة حرارة ٢٦°م أو أعلى. وبذا يمكن القول بأن البسلة يناسبها جو بارد نسبيًا (١٣-١٨°م). وتتحمل النباتات الصغيرة الجو القارص البرودة والصقيع الخفيف ولكنها لا تتحمل الصقيع الشديد، كما يؤدى الصقيع إلى سقوط الأزهار والقرون الحديثة العقد، وإذا عقدت بعض القرون أثناء الصقيع فإنها بذورها تكون مشوهة ومتغيرة اللون.

وتزداد حساسية البسلة للحرارة العالية خلال مرحلتى الإزهار وامتلاء القرون بصورة خاصة.

وبينما لم يتأثر محصول البسلة تأثرًا يذكر بارتفاع درجة الحرارة نهارًا حتى ٢٥,٦°م، فإن ارتفاع الحرارة عن ذلك أدى إلى نقص المحصول، وكان النقص فى المحصول لوغاريتميًا مع الزيادة الخطية فى درجة الحرارة، وتراوح النقص فى المحصول بين ١٦ كجم/هكتار لكل وحدة حرارية يومية heat degree day أعلى من ٢٧°م، و ٦٧ كجم/هكتار لكل وحدة حرارية يومية أعلى من ٣٥°م (Pumphrey & Raming ١٩٩٠).

طرق تكاثر وزراعة البسلة

تتكاثر البسلة بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة.

كمية التقاوى

تختلف كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة الفدان الواحد من البسلة حسب طول الصنف، كما يلى:

الأصناف	كمية التقاوى (كجم / فدان)
القصيرة	٤٠-٥٥
المتوسطة الطول	٢٥-٤٠
الطويلة	١٠-١٥

وتقترب كمية التقاوى المستخدمة من الحد الموصى بـه لكـل مجموعـة عنـد استخدام أصناف ذات بذور كبيرة الحجم، وعند الزراعة فى خطوط مزدوجـة أو علـى الريشـتين. ويتراوح عدد البذور فى الكيلوجرام الواحـد بـين ٤٥٠٠ بـذرة فـى الأصنـاف العاديـة إلى حوالى ٦٧٥٠ بذرة فى الأصناف ذات البذور الصغيرة.

ويكفى – عادة – نحو ٢٥ كجم من البذور لزراعة فدان واحـد مـن البسلـة السـكرية، بالطريقة المعتادة لزراعتها فى الأراضى الصحراوية، والتى سيأتى بيانها.

معاملات التقاوى

تعامل البذور بالمطهرات الفطرية لوقايتها من التعفن، ولحمايـة البـادرات الصغـيرة من أعفان الجـذور، ويستخدم لذلك مطهر فطرى مناسـب، مثـل فيتافاكـس/كابتـان، أو فيتافاكس/ثيرام، أو أرثوسيد ٧٥٪ بمعدل ٢-٣ جم من أى منها لكل كيلو جرام واحد من البذور.

وتلقح البذور ببكتيريا العقد الجذرية، خاصة فى حالة الزراعة فى أرض بكر، أو فى أرض لم تسبق زراعتها بالبسلة. وقد أدت هذه المعاملة عندما لم تكـن البكتيريـا موجـودة فـى الحقـل مـن زراعـات سـابقة إلى زيـادة المحصـول بنسـبة ٥٠-١٠٠٪ (Ware & MaCollum ١٩٨٠).

وتتوفر هذه البكتيريا فى تحضير تجارى يطلق عليه فى مصـر اسـم عقديـن. ويوصـى بعدم معاملة البذور به إذا سبقت معاملتها بالمطهرات الفطرية. وتجرى المعاملة فـى هـذه الحالة بخلط تحضير البكتيريا مـع الرمـل المبلـل، ثـم سـره فـى بطـن الخـط قريبًـا مـن النباتات، أو فى شق صغير يعمل بالفأس بالقرب منها، ثم تغطى، ويروى الحقـل. وقـد يستعاض عن الرمل بالبيت موس المرطب.

وقد وجد أن معاملة البذور بالسلالة D5/23 من البكتيريا *Pantoea agglomerans* – وهى بكتيريا منتجة للهرمونات النباتية فى المزارع النقية – تحفز إصابة جذور البسلة مبكرًا ببكتيريا العقد الجذرية تحت ظروف الحقل، كما تحفز نمو الجذور ذاتها (Hoflich & Ruppel ١٩٩٤).

ولاتنقع – عادة – بذور البسلة فى الماء قبل زراعتها، لأن ذلك يؤدى إلى ضعف حيويتها، وتزداد سرعة فقدها لحيويتها بزيادة فترة النقع (من ساعة واحدة إلى ١٢ ساعة)، وبضعف حيوية البذور ابتداءً (٨٠٪ إنبات مقارنة بنسبة إنبات ٩٧٪)، وبنقص محتوى البذور من الرطوبة (٤,٨٪ مقارنة بمحتوى رطوبى ١٥,١٪) قبل نقعها فى الماء (Sivritepe & Dourado ١٩٩٥).

طرق الزراعة

تتوقف المسافة بين خطوط الزراعة فى البسلة على الصنف المستعمل وطريقة الرى المتبعة، علمًا بأنه يمكن إنتاج البسلة بأى من طرق الرى الثلاث الشائعة، وهى الرى بالغمر، وبالرش، وبالتنقيط.

وتزرع البذور إما سرًا بعمل شق على طول ريشة أو خط الزراعة توضع فيه البذور على الأبعاد المناسبة، وتوضع فيه بذور مفردة، وإما أن تزرع فى جور على المسافات المرغوبة على أن يوضع بكل جورة بذرتان. وتختلف المسافة بين النباتات أو جور الزراعة من ٥–٧ سم عند زراعة الأصناف القصيرة على ريشة واحدة إلى ٢٥ سم عند زراعة الأصناف الطويلة، كما سيأتى بيانه.

وتكون زراعة البذور على عمق حوالى ٣ سم فى الأراضى الثقيلة، يزداد إلى ٤–٥ سم فى الأراضى الرملية، ويقل العمق بمقدار سنتيمتر واحد عند زراعة الأصناف الحديثة ذات البذور الصغيرة.

وتجرى الزراعة بإحدى الطريقتين التاليتين:

الطريقة العفير:

حيث تزرع البذور وهى جافة فى أرض جافة، ثم يروى الحقل بعد الزراعة. وتتبع هذه الطريقة فى الأراضى الرملية.

٢ – الطريقة الحراثى:

حيث تزرع البذور الجافة فى أرض مستحرثة (وهى أرض سبق ريها، ثم تركت إلى أن وصلت رطوبتها إلى حوالى ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية)، ثم تغطى بالثرى الرطب، ثم بالتربة الجافة. وتتبع هذه الطريقة فى الأراضى الطميية والطينية الطميية (استينو وآخرون ١٩٦٣).

وتتوقف طرق ومسافات الزراعة على الطراز الصنفى، وطريقة الرى، وطول النبات، كما يلى:

أولاً: البسلة العادية

١ – فى حالة الرى بالغمر:

تزرع الأصناف القصيرة بأحد نظامين، كما يلى:

أ – تزرع البذور سرًا على مسافة ٥–٧ سم على ريشة واحدة لخطوط بعرض ٦٠سم.

ب – أو تزرع البذور فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ١٠ سم على ريشتى خطوط بعرض ٧٥ سم.

أما الأصناف المتوسطة الطول، فتزرع فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ١٠ سم على ريشة واحدة لخطوط بعرض ٧٥ سم.

٢ – فى حالة الرى بالرش:

تزرع الأصناف القصيرة بأحد نظامين، كما يلى:

أ – تزرع البذور سرًا على مسافة ٥–٧ سم فى خطوط مفردة تبعد عن بعضها بمسافة ٦٠ سم.

ب – أو تزرع البذور فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ١٠ سم فى خطوط مزدوجة تبعد عن بعضها بمسافة ٢٥ سم، مع مسافة قدرها ١٠٠ سم بين منتصف الخطوط المزدوجة.

وتزرع الأصناف المتوسطة الطول – كذلك – بأحد نظامين، كما يلى:

أ – تزرع البذور فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ١٠ سم فى خطوط مفردة تبعد عن بعضها بمسافة ٩٠ سم.

ب – أو تزرع البذور فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ١٠ سم فى خطوط مزدوجة تبعد عن بعضها بمسافة ٤٠ سم، مع مسافة قدرها ١٢٥ سم بين منتصف الخطوط المزدوجة.

٣ – فى حالة الرى بالتنقيط:

أ – تزرع بذور الأصناف القصيرة فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ١٠ سم، فى خطوط تبعد عن خراطيم الرى بمسافة ١٢,٥ سم من كل جانب، مع توفير مسافة قدرها ١٠٠ سم بين خطوط الرى، التى تصبح مراكز لخطوط زراعة مزدوجة تفصل بينها مسافة ٢٥ سم.

ب – تزرع بذور الأصناف المتوسطة الطول فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ١٠ سم، فى خطوط تبعد عن خراطيم الرى بمسافة ١٥ سم من كل جانب، مع توفير مسافة قدرها ١٢٥ سم بين خطوط الرى، التى تصبح مراكز لخطوط زراعة مزدوجة تفصل بينها مسافة ٣٠ سم.

أما الأصناف الطويلة .. فهى قليلة الانتشار، وتكون زراعتها فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ٢٥ سم فى خطوط تفصل بينها مسافة ١٢٥ سم أيًّا كان نظام الرى المستخدم، أو قد تربى تلك الأصناف رأسيًّا بنفس طريقة زراعة البسلة السكرية (أنظر الموضوع التالى)، أو على دعامات من حطب القطن أو الغاب تغرس بعد نحو شهر من الزراعة بعد إحدى الريات مباشرة حتى يسهل غرسها. ويكون غرس الدعامات فى قمة خطوط الزراعة تقريبًا، وعلى بعد ٥–٨ سم من بعضها البعض. ويؤدى وجودها على هذا النحو إلى أن تتسلق عليها النباتات، فيسهل رؤيتها وحصادها ولا ترقد فى مجرى الخطوط.

وعندما يكون حصاد البسلة آليًّا فإنها يجب أن تزرع آليًّا – كذلك – فى أرض مستوية تمامًا فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمسافة ١٥–٢٠ م، مع زراعة ١٠–٢٠ بذرة فى كل متر طولى من السطر، وعلى عمق ٤–٥ سم. ويجب أن يكون الهدف هو الحصول على كثافة نباتية مقدارها ٣٥٠ ألف نبات/فدان فى الأصناف العادية، و ٤٨٠ ألف نبات/فدان فى الأصناف ذات البذور الصغيرة، مع تجنب أخطاء تكرار الزراعة عند

دوران البذارات لأن النباتات التى تنمو فى المساحات التى تتكرر زراعتها تكون أضعف نموًا، وتختلف فى الموعد المناسب لحصادها عن بقية الحقل.

وتحصد آليًا بنجاح كلا من البسلة القصيرة العادية والسكرية المتقصفة snap seas لأجل التصنيع، ولكن نجاحها مازال محدودًا مع البسلة السكرية المَنجتوه snow peas. أما البسلة التى تزرع لأجل الاستهلاك الطازج - أيًا كان طرازها - فإنها لا تحصد إلاّ يدويًا.

ثانيًا: البسلة السكرية

تزرع البسلة السكرية - بطرازيها الـ sugar snap peas، والـ snow peas - فى خطوط مفردة تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٩٠-١٠٠ سم، وعلى مسافة ٧-١٠ سم بين النباتات فى الخط.

تربى النباتات رأسيًا بين أزواج من الخيوط الأفقية التى تُمدّ على جانبى قوائم خشبية بطول مترين. تثبت القوائم الخشبية بامتداد خط الزراعة وعلى مسافة ٥-١٠ م من بعضها البعض. ويكون تثبيت الخيوط الأفقية عليها بلف الخيوط على مسامير تدق على جانبى القوائم الخشبية. يكون أول زوج من الخيوط على ارتفاع ٣٠-٣٥ سم من سطح الأرض، ثم كل ٢٠-٢٥ سم بعد ذلك حتى توقف النمو النباتى. تكون المسافة بين كل خيطين - عادة - حوالى ٨ سم، ويتم توجيه القمة النامية لنباتات البسلة للنمو من خلالها.

ويمكن استبدال الخيوط بشباك صيد عادية تتسلق عليها النباتات، وتلتف حولها بواسطة المحاليق. ويكفى عند استعمال الشباك مد خيط أو سلك علوى واحد لتثبيت الشباك ومنع ارتخائها، وقد يلزم زوج من الخيوط الأفقية فى منتصف مستوى الشباك، بهدف ضم النباتات بالقرب من الشباك.

مواعيد الزراعة

تزرع البسلة من منتصف شهر أغسطس حتى شهر يناير، ولكن أنسب موعد للزراعة

من أكتوبر حتى منتصف نوفمبر. وتقتصر الزراعات المبكرة من منتصف أغسطس إلى آخر سبتمبر على بعض مناطق محافظة الجيزة تحت النخيل، كما تقتصر الزراعات المتأخرة في ديسمبر ويناير على المناطق الساحلية. ويلزم التبكير بزراعة الأصناف الطويلة لأنها متأخرة في الإزهار ويستمر إثمارها لفترة طويلة فلا تجب زراعتها بعد شهر أكتوبر. وبالمقارنة .. فإنه يمكن زراعة الأصناف المتوسطة الطول حتى نهاية شهر أكتوبر، بينما يمكن أن تمتد زراعة الأصناف القصيرة لما بعد ذلك.

وبالنسبة للبسلة السكرية، فإن أفضل موعد للزراعة - الذى أعطى أعلى محصول تصديرى - كان - فى منطقة النوبارية - خلال شهر أكتوبر، ونقص المحصول جوهريًّا بالتبكير أو بالتأخير فى موعد الزراعة عن ذلك (Hashem & Soliman ١٩٩٧).

توقيت مواعيد الزراعات المتتابعة

يتطلب الأمر عند زراعة مساحة كبيرة من البسلة أن يتم التخطيط لعدد من الزراعات المتتابعة، وذلك بغرض توزيع المحصول على أطول فترة ممكنة لتسهيل عملية الحصاد، ومنع تكدس المحصول وحتى لا تتدهور نوعيته فى حالة نضج مساحة كبيرة منه خلال فترة زمنية قصيرة. كما تتطلب مصانع الحفظ أن يتم توريد المحصول على فترة زمنية ممتدة لتشغيل المصنع لأطول فترة ممكنة.

ويمكن تحقيق ذلك بإحدى طريقتين هما:

١ - زراعة أصناف متفاوتة فى موعد النضج فى وقت واحد.

٢ - تتابع زراعات متقاربة من صنف واحد، ويعتمد تحديد مواعيد هذه الزراعات على نظام الوحدات الحرارية heat unit system، وذلك نظرًا لأن المراحل المختلفة لنمو وتطور النبات تتطلب عددًا معينًا من الساعات التى تزيد فيها درجة الحرارة عن حد أدنى يطلق عليه درجة حرارة الأساس، وهى للبسلة ٤.٤°م (٤٠°ف). تحسب عدد الوحدات الحرارية المتجمعة بجمع الفرق اليومى بين درجة حرارة الأساس (٤,٤°م) ومتوسط درجتى الحرارة العظمى والصغرى (يراجع حسن ١٩٩٨أ للتفاصيل الخاصة بهذا النظام).

يحسب لكل صنف منها عدد الساعات التى تلزمه فى درجة حرارة أعلى من ٤,٤°م

حتى يصل إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد. ويكرر ذلك سنويًا فى كل منطقة، ولكل نوع من الأراضى، ثم تستخدم المعلومات المتجمعة فى تحديد المدة بين الزراعات المتتالية، بحيث يكون عدد الساعات الحرارية المتجمعة بينها مساويًا للساعات الحرارية التى ينتظر تجمعها خلال الفترة التى تمر بين حصاد حقل وآخر كما هو مخطط لها. ويبين جدول (٢-١) عدد الوحدات الحرارية المتجمعة اللازمة لوصول بعض أصناف البسلة إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد (عن Shoemaker ١٩٥٣).

جدول (٢-١): عدد الوحدات الحرارية اللازمة لوصول بعض أصناف البسلة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد.

الصنف		عدد الوحدات الحرارية التى تلزمه بالنظام المئوى [أ]
ألاسكا	Alaska	٦٦٦-٦٩٤
أول سويت	Alsweet	٦٩٤-٧٢٢
سربرايز	Surprise	٦٩٤-٧٢٢
إيرلى سويت	Early Sweet	٧٢٢-٧٥٠
إيرلى هارفست	Early Harvest	٧٢٢-٧٥٠
برايد	Pride	٨٣٣-٨٦١
بونيفل	Bonneville	٨٦٦-٨٩٤
إيرلى برفكشن	Early Perfection	٩٠٢-٩٣٠
برفكشن	Perfection	٩٤٤-٩٧٢

(أ) يعنى ذلك أنه إذا كان متوسط درجة الحرارة اليومى ١٤ْم - على سبيل المثال - فإن الصنف ألاسكا يلزمه من ٦٦,٦ إلى ٦٩,٤ يومًا من الزراعة إلى الحصاد علمًا بأن درجة حرارة الأساس للبسلة هى ٤ْم.

وتعد الأصناف التى يلزمها أقل من ٧٢٥ وحدة حرارية لحين حصادها مبكرة، وتلك التى يلزمها من ٧٢٥ إلى ٨٥٠ وحدة حرارية متوسطة النضج، أما تلك التى يلزمها ٨٥٠-٩٧٥ وحدة حرارية فإنها تعد متأخرة النضج.

عمليات الخدمة

الخف والترقيع

تعتبر عمليتا الخف والترقيع أولى عمليات الخدمة الزراعية. يتم الخف على نبات

واحد أو نباتين بالجورة حسب نظام الزراعة، ويجرى قبل رية المحاياة مباشرة. أما الترقيع .. فيجرى في الأراضي الثقيلة بعد رية المحاياة ووصول الأرض إلى درجة الرطوبة المناسبة، وفي الأراضي الخفيفة قبل الرية الأولى.

العزيق

يكون العزيق سطحيًا، ويجرى بغرض إزالة الحشائش، ويتوقف عندما تكبر النباتات في الحجم.

الري

يمكن ري البسلة بأي من نظم الري الثلاثة: بالغمر، أو بالرش، أو بالتنقيط، وعلى المنتج أن يوازن بين اقتصاديات الري بالرش وبالتنقيط؛ لأنهما أفضل لري البسلة في الأراضي الصحراوية من الري بالغمر. ويجب أن يؤخذ في الحسبان أن معظم موسم نمو البسلة يكون خلال الجو البارد شتاء؛ حيث تطول الفترة بين الريات؛ الأمر الذي يسمح باستخدام نظام غير ثابت للري بالرش.

تطول الفترة بين الريات في بداية حياة النبات للمساعدة على تعمق الجذور في التربة. ويلزم بعد ذلك استمرار توفر الرطوبة الأرضية – بالقدر المناسب – خلال مرحلتي الإزهار والإثمار، وأثناء الجو الحار في بداية فصل الربيع. وتعتبر البسلة شديدة الحساسية لنقص الرطوبة الأرضية أثناء الإزهار وحتى سقوط البتلات. أما قبل ذلك أو بعده .. فلا يؤثر نقص الرطوبة الأرضية إلا على النمو الخضري، ولكن يجب عدم الإفراط في الري لأن ذلك يساعد على الإصابة بأعفان الجذور، ويؤدي إلى اصفرار النباتات وضعفها، ونقص المحصول.

وتحت ظروف الحرارة العالية يجب أن تبقى الرطوبة الأرضية في حدود ٦٠٪ من السعة الحقلية خلال الفترة من الإنبات حتى قبل الإزهار مباشرة، وأن تبقى عند ٩٠٪ على الأقل من السعة الحقلية خلال مرحلة الإزهار. وتعد البسلة حساسة لزيادة الرطوبة الأرضية إذا ما أدت إلى سوء التهوية، وخاصة قبل الإزهار مباشرة وأثناء امتلاء القرون، ويزداد الضرر من غدق التربة في الحرارة العالية (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

ويمكن الاستدلال على حاجة نباتات البسلة للرى من لون الأوراق. فمن المعتقد .. أن الغطاء الشمعى ذا اللون الأخضر الضارب للزرقة الذى يظهر على الأوراق أحيانًا هو نوع من التأقلم النباتى عل ظروف الجفاف. ويطلق على عملية تكوين هذه الطبقة اسم glucousness. ويزداد تكوّن هذه الطبقة تحت ظروف الجفاف، وربما يرتبط اللون الأزرق فى هذه الحالة بزيادة ترسيب مادة β-diketone فى طبقة الشمع السطحية، حيث تعطى هذه الطبقة لونها المميز لدى امتصاصها للأشعة فوق البنفسجية. وقد توصل Oosterhuis وآخرون (١٩٨٧) من دراستهم على البسلة أنه يمكن الاعتماد على خاصية التغير فى لون الأوراق كدليل على حاجة النباتات للرى.

التسميد

أهمية العناصر والاحتياجات النباتية منها

تمتص نباتات الفدان الواحد من البسلة نحو ٨٥ كجم من الآزوت، و ١١ كجم من الفوسفور، و ٤٠ كجم من البوتاسيوم. ويصل إلى النموات الخضرية من العناصر المتصة نحو ٤٠٪ من كمية الآزوت، و ٥٥٪ من الفوسفور، و ٦٠٪ من البوتاسيوم، وتلك هى كمية العناصر التى تعود إلى التربة مرة أخرى عند قلب النباتات فيها بعد الحصاد. وتقدر كميات العناصر التى يحتويها طن من البذور الجافة بنحو ٤٣ كجم من النيتروجين، و ٤,٢ كجم من الفوسفور، و ٩,٢ كجم من البوتاسيوم، و ٠,٦ كجم من الكالسيوم، و ١,٢ كجم من المغنيسيوم، و ٠,٨ كجم من الكبريت (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

يعد استمرار توفر النيتروجين ضروريًا لاستمرار النمو النباتى؛ الأمر الذى يعد ضروريًا لاستمرار الإزهار والإثمار (Jeuffroy & Sebillotte ١٩٩٧)، هذا مع العلم بأن التسميد الآزوتى الجيد يُضعف تكوين عقد رايزوبيم الجذرية التى يتم فيها تثبيت آزوت الهواء الجوى.

ويؤدى نقص البوتاسيوم إلى تقزم النباتات، واكتساب حواف الأوراق السفلى لونًا بنيًا، وصلابة قصرة البذرة وزيادة سمكها؛ الأمر الذى يقلل من جودة البسلة المعلبة والمجمدة (Purvis & Carolus ١٩٦٤).

ويعد توفر البورون ضروريًا لتكوين عقد الرايزوبيم الجذرية (التى يتم فيها تثبيت آزوت الهواء الجوى) بصورة طبيعية، وبأعداد كبيرة، ولكى يتم فيها تثبيت الآزوت الجوى بكفاءة عالية (Bolanos وآخرون ١٩٩٤).

ظهرت أعراض نقص البورون على النموات الخضرية للبسلة عندما انخفض تركيزه فى بيئة نمو الجذور (التى كانت من الرمل النقى) إلى ٠,٠٠١١ مجم بورون/لتر من الرمل، وتقدمت تلك الأعراض على صورة تحلل فى النموات الحديثة، ثم انهيار للنبات بأكمله. وبالمقارنة حدث التسمم من البورون عندما كان تركيزه فى بيئة نمو الجذور ٣ مجم/لتر. وأظهر تحليل النبات أن تركيزات البورون التى صاحبتها ظهور أعراض النقص، وتلك التى كانت هى الحد الحرج لنقص العنصر، والتركيزات التى صاحبتها أعراض التسمم من زيادة العنصر كانت – على التوالى – ١٠,٥، و ٢٣، و ١١٠ مجم/جم وزن جاف فى الأوراق، و ٧,٦، و ١٠,٥، و ٥١,٠ مجم/جم وزن جاف فى البذور (Pratima Sinha وآخرون ١٩٩٩).

ويؤدى نقص المنجنيز إلى تأخر النمو وظهور بقع بنية اللون على الأوراق، وفى حالات النقص الشديدة تظهر فجوات بنية اللون فى مركز البذور على السطح العلوى للفلقات، يمكن رؤيتها عند فصل الفلقتين كل منهما عن الأخرى (George ١٩٨٥). ومن الأعراض الأخرى لنقص المنجنيز نقص محصول القرون والبذور، وانكماش البذور، ونقص محتواها من البروتينات، والسكريات، والنشا (Neena Khurana وآخرون ١٩٩٩).

وتتراوح كميات الأسمدة التى يوصى بها للفدان فى مختلف الأراضى من ٢٠–٦٠ كجم نيتروجين، و ٢٥–٦٠ كجم فو٢أ٥ P_2O_5، و ٦٠–٩ كجم بو٢أ K_2O للفدان (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

برنامج التسميد

يوصى بتسميد البسلة على النحو التالى:

أولاً: فى الأراضى الخصبة (أراضى الوادى والدلتا):

تروى البسلة فى الأراضى الخصبة – عادة – بطريقة الغمر السطحى، ويكون تسميدها

على النحو التالى: يضاف السماد البلدى القديم التام التحلل بمعدل ١٥م٣ للفدان أثناء تجهيز الحقل للزراعة، ويضاف معه سماد السوبر فوسفات بمعدل ٣٠٠ كجم للفدان (أى نحو ٤٥ كجم P_2O_5 للفدان). وبعد الزراعة والإنبات يضاف النيتروجين بمعدل ٥٠ كجم N للفدان على صورتى سلفات النشادر ونترات النشادر، والبوتاسيوم بمعدل ٥٠ كجم K_2O للفدان على صورة سلفات البوتاسيوم. وتكون الإضافة على ثلاث دفعات: الأولى بعد تمام الإنبات وقبل الرى مباشرة ويضاف فيها ١٠٠ كجم سلفات نشادر + ٢٥ كجم سلفات بوتاسيوم، والثانية عند بداية الإزهار ويضاف فيها ٥٠ كجم نترات نشادر + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم للفدان، وعلى أن يكون التسميد سرًّا على الثلث السفلى من ريشة الزراعة فى كل الحالات باستثناء الأصناف الطويلة التى تزرع فى جور على مسافة ٢٥ سم من بعضها البعض، والتى يفضل أن يكون تسميدها بطريقة التكبيش إلى جانب جور الزراعة.

ثانيًا: فى الأراضى الصحراوية:

تأخذ حقول البسلة كميات الأسمدة التالية:

١ - قبل الزراعة:

يضاف لكل فدان حوالى ١٠م٣ سمادًا بلديًا، و ٥م٣ زرق دواجن، مع ١٥ كجم نيتروجينًا (٧٥ كجم سلفات أمونيوم)، و ٣ كجم P_2O_5 (٢٠٠ كجم سوبر فوسفات عاديًا)، و ١٥ كجم K_2O (٣٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم) عند زراعة الأصناف القصيرة. وتزيد الكميات المضافة من السماد البلدى إلى ١٥م٣، ومن الفوسفور إلى ٤٥ كجم P_2O_5 (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عاديًا) للفدان عند زراعة الأصناف المتوسطة الطول والطويلة، وهى التى تبقى فى التربة لفترات أطول.

تكون إضافة هذه الأسمدة نثرًا أثناء تجهيز الحقل للزراعة فى حالة اتباع نظام الرى بالغمر، وفى باطن خطوط الزراعة (المفردة أو المزدوجة) عند اتباع أى من نظامى الرى بالرش، أو بالتنقيط.

٢ - بعد الإنبات وأثناء النمو النباتى:

يضاف أثناء النمو النباتى نحو ٦٠ كجم N (على صورة نترات نشادر)، و ١٥ كجم

P_2O_5 (على صورة سوبر فوسفات أو حامض فوسفوريك حسب نظام الرى المتبع)، و ٦٠ كجم K_2O (على صورة سلفات بوتاسيوم) للفدان عند زراعة الأصناف القصيرة، تزيد بمقدار الثلث (أى تصبح ٨٠، و ٢٠، و ٦٠ كجم على التوالى) عند زراعة الأصناف المتوسطة الطول، وبمقدار النصف (أى تصبح ٩٠، و ٢٢,٥، و ٩٠ كجم على التوالى) عند زراعة الأصناف الطويلة.

تضاف هذه الكميات على النحو التالى:

أ – فى حالة الرى بالغمر:

تضاف الأسمدة سرًّا إلى جانب النباتات على دفعات نصف شهرية تبدأ بعد الزراعة بنحو ١٥ يومًا وتستمر لمدة شهرين آخرين فى حالة الأصناف القصيرة، وشهرين ونصف الشهر، وثلاثة شهور فى حالة الأصناف المتوسطة الطول والطويلة، على التوالى.

يضاف كل السوبر فوسفات فى الدفعة الأولى من التسميد، ويجزأ النيتروجين (نترات النشادر) على جميع الدفعات بالتساوى تقريبًا، مع التركيز على الدفعات الوسطى، بينما يجزأ البوتاسيوم (سلفات البوتاسيوم) على الدفعات التى تلى الأولى بالتساوى تقريبًا.

ب – فى حالة الرى بالرش:

تضاف الأسمدة بالنظام الذى أسلفنا بيانه فى حالة الرى بالغمر، وفى نفس المواعيد تقريبًا. ويفضل عدم التسميد بالفوسفور مع مياه الرى بالرش لأن العنصر يثبت على سطح التربة بعيدًا عن جذور النباتات فلا تستفيد منه، كما يفضل عدم التسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم مع مياه الرى بالرش إلا فى النصف الثانى من حياة النبات، حتى يكون النمو النباتى قد غطى الجانب الأكبر من الحقل الذى يتوزع فيه السماد المضاف مع مياه الرى بالرش توزيعًا متجانسًا.

جـ – فى حالة الرى بالتنقيط:

يكون توزيع الأسمدة مع مياه الرى بالتنقيط بمعدل ٣–٤ مرات أسبوعيًا طوال موسم النمو، وعلى النحو التالى:

(١) يبدأ التسميد بعد اكتمال الإنبات.

(٢) تجزأ كمية النيتروجين المخصصة للفدان على طول موسم النمو بحيث تكون الكمية الأسبوعية التى يعطاها الفدان بنسبة ٢-٤-١ خلال الأسبوعين الأول والثانى بعد الإنبات، والمرحلة الوسطى من النمو النباتى، والأسبوعين الأخيرين من موسم النمو، على التوالى.

(٣) تجزأ كمية الفوسفور المخصصة للفدان بحيث تكون الكمية الأسبوعية التى يعطاها الفدان بنسبة ٢-٣-١ خلال الأسبوعين الأول والثانى بعد الإنبات، والمرحلة الوسطى من النمو النباتى، والشهر الأخير من موسم النمو، على التوالى.

(٤) تجزأ كمية البوتاسيوم المخصصة للفدان بحيث تكون الكمية الأسبوعية التى يعطاها الفدان بنسبة ١-٢-٣ خلال الأسبوعين الأول والثانى، والمرحلة الوسطى من النمو النباتى، وابتداء من مرحلة عقد الثمار حتى انتهاء موسم النمو، على التوالى.

وفى جميع الحالات يجب وقف التسميد كلية قبل الموعد المتوقع لانتهاء الحصاد بنحو أسبوع.

كذلك يجب الاهتمام بالتسميد بالعناصر الدقيقة إما مع مياه الرى بالتنقيط فى صورة مخلبية، وإما رشًا فى صورة مخلبية أو معدنية، ويكون ذلك كل ٢-٣ أسابيع بداية من الأسبوع الثانى بعد اكتمال الإنبات.



الفصل الثالث

فسيولوجيا البسلة

إنبات البذور

أجزاء البذرة والجنين

تتكون بذرة البسلة المكتملة التكوين من جنين وفلقتين كبيرتين محاطتين بقصرة البذرة testa . ويترك مكان اتصال البذرة بالجدار الداخلى للقرن أثرًا يعرف باسم السرة hilum، وتوجد فتحة صغيرة بالغلاف البذرى بالقرب من السرة تعرف باسم النقير micropyle، وهى الفتحة التى تمر منها الأنبوبة اللقاحية إلى البويضة لتوصيل الأنوية الذكرية عند الإخصاب. وتقع السرة، والنقير، ومكان الالتحام raphe (وهو بروز ينشأ من الجذر الجنينى) على امتداد خط الانفصال بين الفلقتين (شكل ١-١). ويتكون المحور الجنينى embryonic axis من الجذير radicle، والسويقة الجنينية السفلى hypocotyl، والسويقة الجنينية العليا epicotyl، والريشة plumle. ويتكون الغلاف البذرى seed coat من طبقتين ملتحمتين من الخلايا، تشكل الخارجية منها قصرة البذرة testa، والداخلية الأغلفة الجنينية integuments أما الخلايا البرانشيمية الداخلية فإنها تصل إلى مرحلة الشيخوخة قبل اكتمال نضج البذرة، وتضمحل تحت تأثير الفلقتين الناميتين.

علاقة حجم البذرة والجنين بقوة الإنبات

نجد تحت معظم الظروف أن أصناف البسلة ذات البذور الكبيرة - وكذلك البذور الكبيرة الحجم من الصنف الواحد - تعطى بادرات أقوى نموًا وأكثر قدرة على التنافس مع غيرها من البادرات عن تلك التى تنتج من بذور أصغر حجمًا. وعلى الرغم من هذا التأثير لحجم البذور على قوة نمو البادرات فإنه لا يدوم كثيرًا ونادرًا ما يكون مؤثرًا على المحصول النهائى.

وتجدر الإشارة إلى أن تكوين بذور كبيرة الحجم فى القرن يزيد من فرصة فشل بعض البذور الأخرى – فى القرن ذاته – فى إكمال نموها. ولذا .. يكون من المفيد إنتاج أصناف تتميز بزيادة حجم محور الجنين مع بقاء حجم الفلقتين عاديًّا، لكى تتهيأ لها قدرة تنافسية جيدة عند الإنبات، مع عدم زيادة خطورة فشل البذور الأخرى – داخل القرن – فى إكمال نموها.

أضرار التشرُّب السريع للبذور بالماء

يعتبر معدل امتصاص البذور للماء أمرًا هامًا بالنسبة لبقاء البذرة؛ فعندما يكون امتصاصها سريعًا تحدث أضرار كبيرة فى الأغشية الخلوية لبعض الخلايا؛ مما يؤدى إلى فقد محتويات تلك الخلايا فى البيئة المحيطة. ويمكن أن تفقد أجنة بذور البسلة كميات كبيرة من المحاليل خلال الدقائق أو الساعات القليلة الأولى من امتصاص البذور للماء. ويحدث ذلك نتيجة تمزق الأغشية الخلوية فضلاً عن الطبيعة المسامية للأغشية الخلوية عند تشبعها بالرطوبة. وتجذب هذه المحاليل إليها فطريات التربة التى تتغذى على البادرات الصغيرة؛ مما يؤدى إلى إصابتها بالفطريات المسببة للذبول الطرى، مثل *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani*.

مراحل الإنبات

أولاً الفلقتان

تمر الفلقتان أثناء إنبات البذور بثلاث مراحل أساسية، هى: التشرب بالماء imbibition، والتنشيط activation والشيخوخة. تبدأ مرحلة التشرب بالماء بعد وضع البذور فى التربة وملامستها للماء مباشرة، وتستمر لمدة حوالى ٢٠ ساعة، وتتميز بسرعة امتصاص فلقتا البذرة وجنينها للماء إلى أن يتضاعف حجمها. ويحدث خلال الساعات الست الأولى من تشرب البذرة بالماء اكتساب الجزيئات العضوية، والأحماض النووية، والبروتينات للماء، ويلى ذلك تراكم الماء فى الفجوات العصارية. وفى نهاية الفترة تقل سرعة التشرب بالماء، ويزداد النشاط الأيضى، وتحدث عدة تغيرات أيضية. وبينما يمكن أن تتحمل البذور نقص الرطوبة فى المرحلة الأولى للإنبات (مرحلة التشرب بالماء)، فإن

هذا النقص يمكن أن يحدث أضرارًا جسيمة فى الجنين والفلقتين إذا حدث فى أى وقت من مرحلة النشاط الأيضى.

تستمر المرحلة الثانية من الإنبات (مرحلة النشاط الأيضى) لعدة أيام، وهى تتميز بتحلل المواد الغذائية المخزنة فى الفلقتين؛ فيقل فيهما تركيز النشا، والبروتين، وحامض الفيتيك phytic acid، بينما يزداد تركيز السكريات، والأميدات، والفوسفور غير العضوى. وترجع الزيادة الأولية فى تركيز السكريات بعد التشرب بالماء إلى التحلل المائى لبعض السكريات عديدة التسكر، وهى الـ sucrosyl oligosaccharides. ويبدأ تنشيط تحلل النشا فى البذور المجعدة مبكرًا قليلاً عن الزيادة فى نشاط الأميليز، بينما تتوافق العمليتان فى بذور البسلة الملساء.

وتبدأ مرحلة ثالثة للفلقتين بعد نحو خمسة أيام من بداية التشرب بالماء، وتتميز بنقص حاجة البذور للأكسجين، وبداية شيخوخة الفلقتين. وفى تلك المرحلة تتحلل عديد من مكونات الخلية مثل الدنا (دى إن أى) DNA، والرنا (آر إن أى) RNA، والبروتين .. تتحلل إلى مكوناتها الأصلية، ثم تنتقل إلى محور الجنين النامى.

ثانيا: الجنين

يمر الجنين خلال عملية إنبات البذور بثلاث مراحل كذلك مماثلة لتلك التى تمر بها الفلقات. تتوافق المرحلة الأولى مع مرحلة التشرب بالماء، وتتميز بامتصاص الجنين للماء، وبدء العمليات الأيضية. ويزداد معدل الأيض فى المرحلة الثانية التى تحدث فيها تغيرات تركيبية كبيرة فى الخلايا؛ فيزداد تكوين الأغشية فى أجسام جولجى والميتوكوندريات، كما تحدث بعض الانقسامات فى الميتوكوندريات، وتتضخم الشبكة الإندوبلازمية، ولكن لا يحدث خلال هذه المرحلة تغير يذكر فى الوزن الطازج لمحور الجنين أو محتوى الجنين من الأحماض النووية. وتحدث خلال هذه المرحلة – كذلك – استطالة فى خلايا الجذير، يترتب عليها بروزه من قصرة البذرة؛ الأمر الذى يسمح بمرور الأكسجين إلى داخل البذرة. وبدخول الأكسجين يزداد معدل التنفس؛ مما يُحفِّز بدء المرحلة الثالثة التى يزداد فيها الوزن الطازج لمحور الجنين، وتمثيل الدنا والرنا.

وفى خلال هذه المراحل الثلاث تحدث زيادة مستمرة فى معدل التنفس.

بزوغ البادرة

تبقى فلقتا بذرة البسلة تحت سطح التربة بعد الإنبات، وهو ما يعرف بالإنبات الأرضى hypogeal. وما أن يبرز الجذير من غلاف البذرة ويبدأ تعمقه فى التربة، إلا وتبرز كذلك السويقة الجنينية العليا على سطح التربة دافعة الريشة (القمة النامية) التى تبقى منحنية لتحمى القمة الميرستيمية من الأضرار الميكانيكية أثناء مرورها فى التربة. وما أن تبرز الريشة فوق سطح التربة وتتعرض للضوء حتى تستقيم ويبدأ ظهور الورقة الأولى (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

تأثير درجة الحرارة على الإنبات

تبين لدى دراسة تأثير تعريض بذور البسلة لحرارة عالية لمدة ٣ أيام أثناء إنباتها، ما يلي:

• كانت أفضل حرارة لبروز الجذير ونمو القمة النامية هى ٢٨°م، وأدى التعرض لحرارة ٣٤ أو ٣٦°م إلى إبطاء تلك العمليات، التى توقفت نهائيًا فى حرارة ٣٨ أو ٤٠°م.

• كانت الحرارة القصوى التى أنبتت عندها ٥٠٪ من البذور هى ٣٦ أو ٣٨°م.

• كانت البذور الكاملة أكثر حساسية للحرارة العالية عن أجنتها، كما كان بزوغ الجذير أقل حساسية للحرارة العالية من عمليات النمو التالية لمحاور الجنين.

• أدى التثبيط الأولى للإنبات عند ٤٠°م إلى تأخير الإنبات عند التعرض لحرارة ٢٨°م بعد ذلك.

• عندما تشربت البذور بالماء على ٤٠°م فإن فقدها لحيويتها حدث فى خلال ١٠–٢٥ ساعة حسب الصنف (Gumi Evskaya ١٩٩٧).

ويستغرق إنبات البذور فى الحرارة المناسبة (٢٤–٢٨°م) حوالى ٤–٥ أيام، وتقل سرعة الإنبات تدريجيًا بانخفاض درجة الحرارة عن ذلك إلى أن يتوقف الإنبات فى حرارة ٤,٤°م.

إنتاج البذور للإثيلين أثناء إنباتها

تنتج بذور البسلة الإثيلين أثناء إنباتها، ويحدث ذلك مرة واحدة خلال المراحل الأولى لنمو الجذير. وقد أدت معاملة البذور بمركب 2,5-norbornadiene وهو مثبط منافس لفعل الإثيلين إلى تثبيط إنبات البذور، وأدت معاملة البذور بالإثيلين إلى التغلب على هذا التثبيط؛ مما يدل على أن الإثيلين ضرورى لإنبات بذور البسلة. كما تؤثر قوة البذور seed vigor والتغيرات الحرارية أثناء تشرب البذور بالماء على إنتاج الإثيلين بصورة ملحوظة (Petruzzelli وآخرون ١٩٩٤).

النموالخضرى

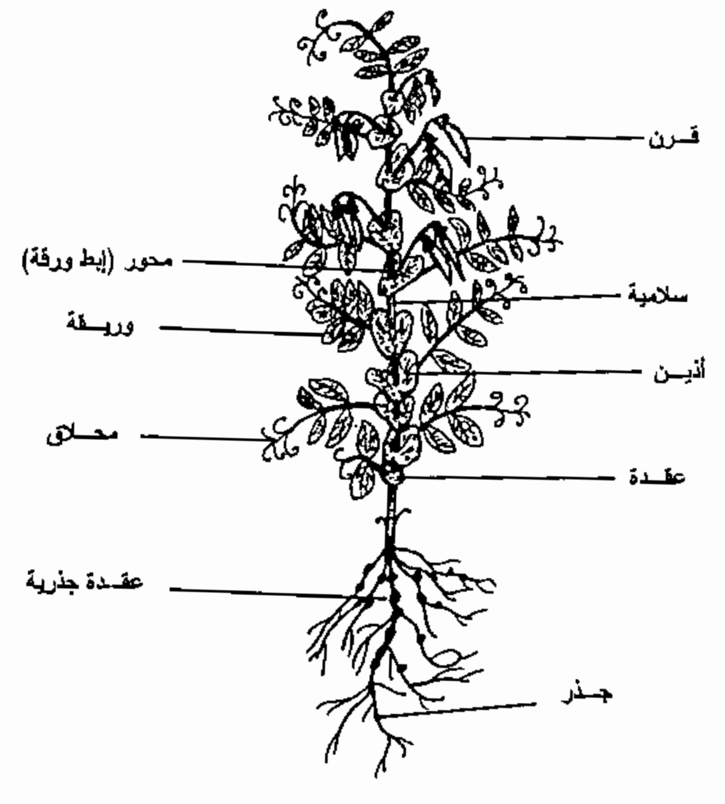
علاقة الفلقتان بالنمو الخضرى للبادرات

أوضحت الدراسات أن فقد الفلقتين أو أجزاء منهما يؤثر تأثيرًا سلبيًا بالغًا على نمو البادرات، ويبدو أنهما يزودان البادرة النامية ليس فقط بالغذاء المجهز، ولكن أيضًا بمركبات أخرى لا تعوضها زيادة شدة الإضاءة التى تعرض لها البادرات التى فقدت فلقاتها، وقد اقترح البعض أن الفلقات تنظم عملية التنفس فى البادرات، وأن فقدها يؤدى إلى زيادة معدل التنفس.

تتابع النمو الورقى على ساق النبات

تكوّن ساق البسلة أثناء نموها بين ٢٠، و ٢٥ عقدة، وابتداء من العقدة الثالثة تحمل الساق ورقة خضرية عند كل عقدة. وتتكون الورقة – وهى مركبة ريشية زوجية – من زوج من الأذينات الكبيرة عند قاعدتها، وعنق يحمل ٢–٣ أزواج من الوريقات، وينتهى بثلاثة إلى خمسة محاليق (شكل ٣–١). تبقي العقدتان الأولى والثانية – عادة – تحت سطح التربة، وتكون الأوراق عندهما صغيرة وتتكون كل منها من زوج من الأذينات الأثرية. وكثيرًا ما تظهر الفروع القاعدية عند هذه العقد.

يختلف عدد أزواج الوريقات التى تتكون منها الورقة باختلاف موضعها على النبات، وتكون عادة زوج واحد فى الأوراق السفلى تزداد إلى زوجين ثم إلى ثلاثة أزواج كلما تقدمنا أعلى الساق. وتغطى أوراق البسلة بطبقة شمعية، ويتباين لونها – حسب الصنف – بين الأخضر المصفر والأخضر الضارب إلى الزرقة.



شكل (٣-١): مورفولوجى نبات البسلة.

التباين المظهرى والوراثى لأوراق البسلة

يتأثر شكل وتركيب ورقة البسلة بثلاثة أزواج من الجنيات، هى:

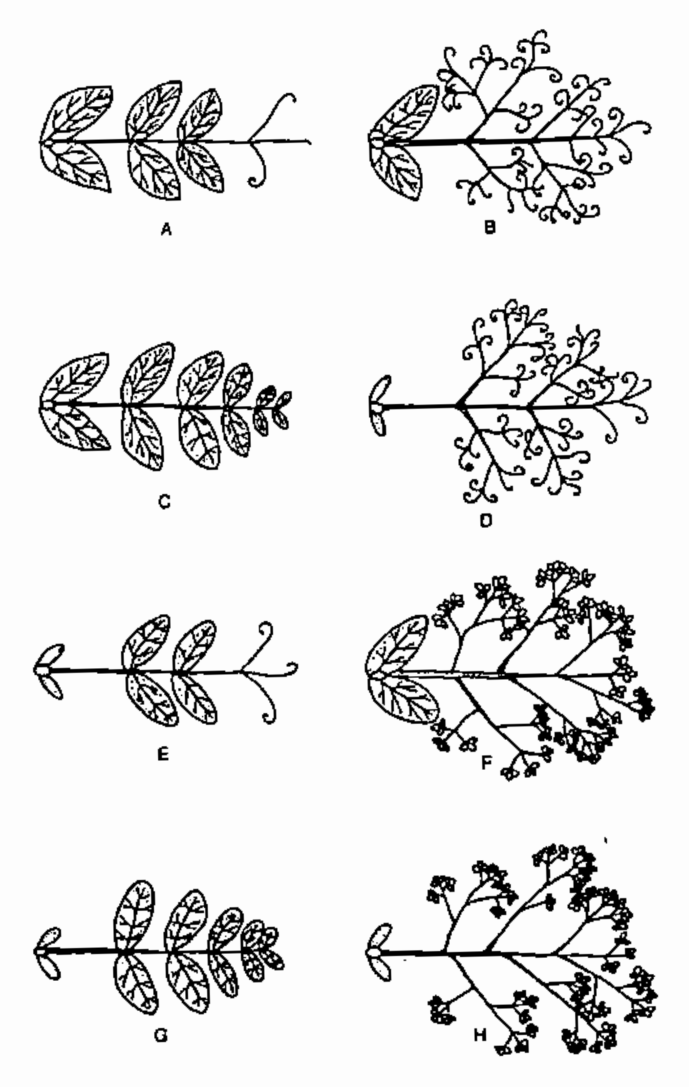
١ – الجين af الذي يؤدي تواجده فى حالة أصيلة af af إلى تحويل الوريقات إلى محاليق، ويعرف هذا التركيب الوراثى بالنصف ورقى semi-leafles، او بالـ afilia type.

٢ – الجين st الذى يؤدى تواجده فى حالة أصيلة st st إلى تقليل حجم الأذينات بشدة.

٣ – الجين tl الذي يؤدى تواجده فى حالة أصيلة tl tl إلى تحويل المحاليق إلى وريقات.

ويترتب على التوافقات المختلفة من هذه الجينات ثمانية تراكيب وراثية (شكل ٣-٢) تمثل ثمانية طرز مظهرية، أبرزها التركيب العادى Af Af St St Tl Tl، والنصف

ورقى af af St St Tl Tl، وعديم الأوراق afafststTlTl، وهــى الـتراكيب التــى كثـيرًا مـا قورنت معًا من الناحية الزراعية.



شكل (٣-٢): الطرز المختلفة لورقة البسلة كما يحددها ثلاثة جينـــات: af، و st، و tl. (A) الورقة طبيعية، و (B) نصف ورقي semi leafless أو afilia type، و (C) عديم المحـــاليق tltl، و (D) عديم الوريقات يظهر فيه تأثير الــ afilia، والأذينات الصغيرة (afafstst)، و (E) الأذينـات صغيرة stst، و (F) عديم الوريقات وعديم المحاليق afaftltl، و (G) الأذينات صغيرة وعديم المحـاليق ststtltl، و (H) عديم الوريقـــات، والأذينـــات صغـــيرة، وعـــديم المحـــاليق afafststtltl (عـــن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

مقارنة السلوك الزراعى والإنتاجى للطرز الورقية

بداية.. فإن بعض هذه الطرز تجعل النبات ينمو رأسيًا بصورة أفضل؛ الأمر الذى يقلل من فرصة حدوث الإصابات المرضية فى النموات الخضرية، بسبب السماح بزيادة حركة الهواء بين النباتات، ومن ثم تقليل الرطوبة النسبية فى محيطها. كذلك تسمح بعض هذه التراكيب بزيادة تجانس النضج، وسهولة الحصاد. كما يسمح نقص النمو الورقى لبعض هذه التراكيب بزيادة نفاذ الضوء خلال النمو النباتى، وعدم تظليل الأوراق السفلى؛ مما يسمح بتنشيط عملية البناء الضوئي فيها وفى القرون النامية. وقد أوضحت بعض الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن أن الطراز النصف ورقى أعلى محصولاً عن الطراز العادى.

وقد ظهرت فى السنوات الأخيرة عديدًا من أصناف البسلة النصف ورقية، وهى التى تحمل الجنين af بحالة أصيلة. ويتميز هذا الطراز – فضلاً عن محصوله العالى – بمقاومته للرقاد وقلة إصابته بأمراض النموات الخضرية. هذا إلا أن الطراز عديم الأوراق كلية afafststTlTl لم تظهر له إلى الآن فائدة تجارية بسبب ضعف محصوله.

وتكون طرز البسلة العديمة الأوراق leafless types أقل فى معدل النمو النسبى عن الطراز العادى أيًا كان حجم البذور، ومرد ذلك أن الطرز عديمة الأوراق تحتوى قمتها الميرستيمية على عدد أقل من الخلايا مقارنة بالطراز الورقى العادى الذى تحتوى فيه القمة الميرستيمية على مبادئ لعدد من الأوراق، وهى التى تعطى عند انقسامها نموًا خضريًا سريعًا وقويًا، بينما تخلو القمة الميرستيمية للطراز عديم الأوراق من تلك المبادئ الورقية. وبالمقارنة.. فإن البسلة النصف ورقية لاتختلف فى معدل نموها النسبى عن البسلة العادية.

وتختلف المحاليق عن الأوراق فيما يلى:

١ – يزيد معد البناء الضوئى فى المحاليق قليلاً عما فى الأوراق.

٢ – تحتوى المحاليق على نحو ٥٠٪ من الثغور التى توجد بالوريقات.

٤ – تزداد فى المحاليق نسبة النسيج القادر على عملية البناء الضوئى عما فى الوريقات.

٥ – يكون توزيع البلاستيدات الخضراء فى محاليق الطراز عديم الأوراق مماثلاً لتوزيعها فى السيقان، وأعناق الأوراق، والمحاليق فى الطراز العادى.

٦ – يقل معدل النتح فى الطراز عديم الأوراق مقارنة بالمعدل فى الطراز العادى.

وعمومًا .. فإن المادة الجافة التى ينتجها الطراز عديم الأوراق تقل بمقدار ٥٠٪ عما تنتجه النباتات العادية، ويصل أقصى إنتاج للمادة الجافة فى الطراز عديم الأوراق بعد ٦٨ يومًا من الزراعة (عند تكوين الورقة السادسة عشر)، بينما يحدث ذلك فى الطراز العادى بعد ٥٦ يومًا من الزراعة (عند تكوين الورقة التاسعة). وتختلف الكثافة النباتية المناسبة لزراعة البسلة باختلاف الطراز والصنف المستعمل فى الزراعة، ولكن أفضل كثافة هى تلك التى تعطى دليل مساحة ورقية leaf area index (وهو نسبة المسطح الورقى للنبات إلى مساحة الأرض التى يغطيها النبات) قدره ٥,٣. وإذا زاد دليل المساحة الورقية عن ذلك يزداد تظليل الأوراق السفلى، ويزداد معدل شيخوختها، وهو ما يشاهد عند زيادة الكثافة النباتية. وتؤدى – كذلك – زيادة كثافة الزراعة إلى زيادة النمو الورقى القمى (بينما تسمح الكثافة المنخفضة بالنمو الورقى المنتظم على طول النبات)، وزيادة طول النبات، بينما يحفز نقص الكثافة النباتية تكوين الفروع السفلية والعلوية بالنبات؛ الأمر الذى يمكن معه ازدياد المحصول البيولوجى للنبات الواحد حتى ٣٠ ضعفًا لما يكون عليه المحصول البيولوجى للنبات فى الكثافة العادية (عن Muehlbouer & McPhee ١٩٩٧).

الإزهار

تتهيأ البراعم الزهرية للتكوين فى القمة الميرستيمية قبل نحو ٢٠ يومًا من ظهورها للعين. وعندما تتهيأ البراعم الزهرية للتكوين فإنها تكون محاطة بست مبادئ أوراق، وهى التى تزداد فى الحجم إلى أن تظهر الأزهار المتكونة.

دور التركيب الوراثى

يبدأ الإزهار عند أحد العقد السفلى، ثم يستمر أعلى الساق. وقد يبدأ الإزهار مبكرًا عند العقدة السادسة فى الأصناف المبكرة جدًا، بينما يتأخر حتى العقدة الثامنة عشر فى

الأصناف المتأخرة الإزهار. وعموماً.. فإن الأصناف التى يبدأ إزهارها بين العقدة التاسعة والحادية عشر تعد مبكرة، وتلك التى يبدأ إزهارها بين العقدة الثانية عشر والرابعة عشر تعد متوسطة فى موعد الإزهار، بينما تعد الأصناف التى يبدأ إزهارها بعد العقدة الرابعة عشر متأخرة. وتعد العقدة التى يبدأ عندها إزهار نبات البسلة من الصفات الوراثية التى لا تتأثر بالظروف البيئية.

ويمكن تحديد خصائص الإزهار فى صنف ما بأحد المعايير التالية:

١ – فترة الإزهار flowering time، وهى: عدد الأيام من الزراعة إلى حين اكتمال تفتح أول الأزهار.

٢ – العقدة الزهرية flowering node وهى العقدة التى يبدأ عندها الإزهار، مع اعتبار أن العقدة الأولى هى تلك التى تلى العقدة التى توجد عندها الفلقتين.

٣ – فترة التهيئة للإزهار flowering initiation time، وهى عدد الأيام من الزراعة إلى حين تكوين أول البراعم الزهرية الإبطية فى الميرستيم القمى. ويتطلب تحديد تلك الفترة الفحص المجهرى للقمة الميرستيمية.

دور درجة الحرارة والفترة الضوئية

تعتبر البسلة من النباتات المحايدة بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية على الإزهار، إلا أنها تستجيب لدرجة الحرارة والفترة الضوئية بصورة كمية. فيؤدى تعريض النباتات إلى درجة حرارة منخفضة، أو إلى نهار طويل إلى بدء إزهارها عند عقدة منخفضة على الساق عما يكون عليه الوضع إذا تعرضت النباتات لحرارة أعلى، أو لفترة ضوئية أقصر. ويذكر Piringer (١٩٦٢) أن إزهار الصنفين ألاسكا، وسربرايز كان أسرع فى النهار الطويل مع حرارة ليل منخفضة قدرها ١٠°م، بينما كان الإزهار أسرع فى أصناف أخرى عندما تراوحت حرارة الليل بين ١٠ و ١٦°م مع نهار طويل أيضًا.

وقد أمكن إنتاج طفرتين من صنف البسلة Borek بالمعاملة بأشعة جاما، اختلفتا عن الصنف الأصلى فى الاستجابة للفترة الضوئية، حيث كانتا مبكرتين فى الإزهار ومحايدتين فى الاستجابة للفترة الضوئية، بينما كان الصنف الأصلى متأخرًا فى إزهاره وذا استجابة كمية للفترة الضوئية الطويلة فى إزهاره (Arumingtyas & Murfet ١٩٩٤).

دور منظمات النمو

تؤدى معاملة نباتات البسلة بالكاينتين إلى تبكير الإزهار، ويزداد التبكير مع زيادة التركيز المستخدم كما هو مبين فى جدول (٣-١). ويعتبر ذلك عكس التأثير الذى يحدثه الكاينتين على إزهار الطماطم.

جدول (٣-١): تأثير المعاملة بالكاينتين على إزهار البسلة (عن Wittwer & Bukovac ١٩٦٢).

التركيز (مولار)	عدد الأيام حتى تفتح أول زهرة[1]	عدد الوحدات الحرارية حتى تفتح أول زهرة (بالنظام المئوى)
10^{-5}	٣٤ أ	٣٧٨
2×10^{-6}	٣٥ أب	٣٨٩
10^{-6}	٣٦ أب	٤٠٣
2×10^{-7}	٣٧ أب	٤١١
10^{-7}	٣٨ أب	٤٢٥
المقارنة	٣٩ جـ	٤٣٣

(١): القيم التى يتبعها حرف أبجدى متشابه لاتختلف عن بعضها جوهريًا عند مستوى احتمال ٥٪.

تكوين القرون والبذور

مراحل نمو القرون

تمر قرون البسلة بمرحلتين أثناء نموها، هما: مرحلة القرن المبطط flat pod ومرحلة القرن الدائرى المقطع round pod.

تبدأ مرحلة القرن المبطط بعد تفتح الزهرة مباشرة، وتتميز بحدوث زيادة سريعة فى طول القرن وعرضه، كما يزداد سمك جدر القرن فى الوقت ذاته. يتكون الجدار الثمرى الداخلى endocarp – وهى طبقة الخلايا المبطنة للفراغ الداخلى للقرن – من خلايا اسكليرونشيمية تتطور إلى طبقة ليفية. ونجد أن لجننة تلك الطبقة تختفى تمامًا فى البسلة السكرية، ويتحكم فى ذلك جينين متنحيين، هما p، و v. وفى وجود جين متنح ثالث – هو n – يكون القرن الخالى من الألياف مستدير المقطع، كما فى أصناف البسلة السكرية المتقصفة snap peas.

وبانتهاء مرحلة القرن المبطط تنتهى كذلك المرحلة التى يمكن أن تفشل فيها البذور فى إكمال نموها، حيث تكمل البذور المتواجدة فى القرن آنذاك نموها إلى حين اكتمال نضجها، علمًا بأن البذور تكون فى نهاية القرن المبطط بطول حوالى ٦ ملليمترات، وتكون قد انتهت أجنتها من مرحلة انقسام الخلايا، وتبدأ بعد ذلك مباشرة فى مرحلة الامتلاء. وتجدر الإشارة إلى أن أكثر البذور تعرضًا للفشل فى إكمال النمو هى تلك التى توجد فى أطراف القرن.

وتتميز تلك المرحلة من نمو القرن (عند نهاية مرحلة القرن المبطط، أى بعد حوالى ٢٠ يوماً من تفتح الزهرة) بعدة أمور؛ فعندها:

١ – يكون الإندوسيرم السائل liquid endosperm قد استُنفذ، ويكون الجنين قد ملأ الكيس الجنينى.

٢ – يكون قد اكتمل انقسام الخلايا فى الفلقتين.

٣ – يزداد الرنا وتمثيل البروتين.

٤ – يبدأ تراكم النشا.

ومع امتلاء القرون تعمل الفلقتان كوعاء للبروتين، والنشا، والفوسفات. وسريعًا ما تستهلك الفلقتان الإندوسيرم، وتكبران لتشغلا كل التجويف الداخلى للقرن.

تبدأ مرحلة القرن المستدير المقطع من اليوم العشرين، وتستمر إلى حين اكتمال التكوين pod maturity، وهى تتوافق مع فترة امتلاء البذور. ويتميز انتهاء تلك المرحلة بحدوث تغير فى لون القرن والبذور، لتبدأ بعدها مرحلة اكتمال تكوين البذور seed maturity.

مراحل نمو البذور

تمر بذور البسلة أثناء نموها بست مراحل، كما يلى:

١ – مرحلة من النمو السريع تدوم لمدة ١٤-١٩ يومًا بعد تفتح الزهرة، ويتكون خلالها الجنين والأنسجة المحيطة به، ويصل فيها نمو القصرة والإندوسبرم إلى أقصى معدل لهما، بينما يكون نمو الجنين بطيئًا جدًّا، وخاصة فى الأصناف ذات البذور المستديرة. ويكون المحتوى الرطوبى للبذور خلال تلك المرحلة حوالى ٨٥٪.

١ – مرحلة من النمو البطئ يقل فيها معدل نمو القصرة والإندوسيرم، ولا تدوم أكثر من يومين.

٣ – مرحلة ثانية من النمو السريع، وهى تدوم لفترة أقصر فى أصناف البسلة ذات البذور المجعدة مما فى الأصناف ذات البذور الملساء. وربما يرجع ذلك إلى أن أجنة البذور الملساء تكون فى حاجة إلى مزيد من النمو لكى تصل إلى ما آلت إليه أجنة البذور المجعدة. وتتميز هذه المرحلة ببطء معدل نمو الإندوسبرم، وزيادة الوزن الطازج للجنين. ونتيجة لنمو الجنين، يقل حجم الإندوسبرم السائل. ويختلف معدل الزيادة فى حجم الجنين عن معدلها فى الكيس الجنينى، حيث يتنافس الجنين وقصرة البذرة على استهلاك الإندوسيرم. ففى بداية الأمر تستحوذ قصرة البذرة على جزء أكبر من الغذاء المتاح فى الإندوسيرم عما يحصل عليه الجنين؛ مما يؤدى إلى زيادة معدل نموها عن الجنين. وبعد فترة يتساوى الجنين مع القصرة فى استقبالهما للغذاء من الإندوسيرم.

وفى هذه المرحلة الثانية من النمو السريع تبدأ الفلقتان كذلك فى تخزين الغذاء، وتنخفض نسبة الرطوبة فى البذور من ٨٥٪ إلى ٥٥٪.

٤ – مرحلة ثانية من النمو البطىء يقل فيها معدل نمو الجنين وقصرة البذرة، مع استمرار اختفاء الإندوسيرم.

٥ – مرحلة ثالثة من النمو السريع يزيد فيها معدل نمو البذور إلى أن يتوقف عند اكتمال تكوينها. وفى نهاية هذه المرحلة تنخفض رطوبة البذور حتى تتراوح بين ١٤٪، و١٨٪.

اكتمال النمو الفسيولوجى للقرون والبذور

يعتبر اكتمال النمو الفسيولوجى physiological maturity هو آخر مراحل نمو القرون، ويليها مرحلة اكتمال النمو المناسبة harvest maturity. ويحدث اكتمال النمو الفسيولوجى حينما يتقطع الاتصال الوعائى بين القرن والنبات الحامل له، ويتميز بظهور تغيرات لونية على البذور والقرون، مع انخفاض فى محتوى البذور من الرطوبة حتى ١٤–١٨٪، ويكون جفافها من الخارج نحو الداخل. ومن الضرورى أن تكون البذور

قادرة على تحمل هذا الجفاف السريع دون أن تفقد حيويتها. وفى البسلة يحدث بناء تدريجى فى قدرة البذور على تحمل الرطوبة desication tolerance خلال المرحلة الثانية لنمو البذور؛ فالجفاف البطىء للبذور - خلال تلك المرحلة - من ٨٥٪ رطوبة إلى ٥٥٪ يهيئها لتحمل الجفاف السريع بعد ذلك فى مرحلة اكتمال النمو الفسيولوجى (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

وكما أسلفنا.. فإن بذور البسلة تمر أثناء تكوينها بثلاث مراحل ترتبط بنسبة الرطوبة فيها. تكتمل المرحلة الأولى - وهى مرحلة تكوين جنين البذرة - عند محتوى رطوبى ثابت مقداره ٨٠٪. ويلى ذلك مرحلة امتلاء واكتمال تكوين الفلقتان، وفيها ينخفض المحتوى الرطوبى خطيًّا من ٨٠٪ إلى ٥٥٪ (وهو نوع من الجفاف الفسيولوجى (physiological desiccation)، ولكن يبقى المحتوى الرطوبى ثابتًا بعد ذلك بينما يزداد الوزن الجاف إلى أن تتوقف الزيادة فى الوزن الجاف. وفى هذا الوقت تكون البذور قد وصلت إلى حدها الأقصى فى الوزن الجاف وأصبحت ناضجة فسيولوجيًّا، بينما يبلغ محتواها الرطوبى ٥٥٪. وتلى ذلك مباشرة المرحلة الثالثة والتى تفقد فيها البذور جزءًا من رطوبتها إلى أن تصل إلى ١٨-١٤٪، وحينئذ تكون البذور مكتملة التكوين وجاهزة للحصاد (Deunff & Loiseau ١٩٩٤).

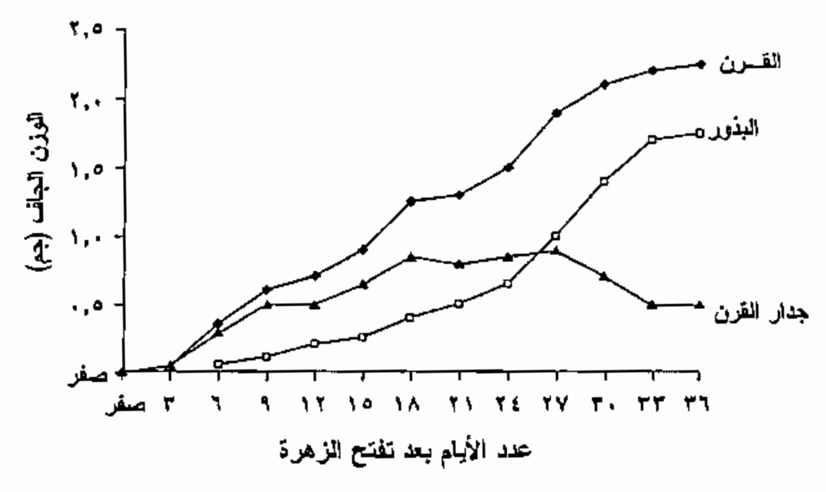
ويتراكم حامض الأبسيسيك بتركيزات عالية أثناء نمو واكتمال نضج البذور، ويبدو أنه ينظم تراكم البروتينات فيها، ويمنع الإنبات المبكر للبذور (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

كذلك وجد أن بروتينًا نوويًّا - أعطى الرمز QP47 - يتم تمثيله خلال المرحلة الأخيرة لاكتمال تكوين البذور عندما تبدأ خلايا الجنين فى فقد رطوبتها وتدخل فى حالة سكون أيضى، ويتراكم هذا البروتين حول الكروموسومات؛ مما يؤدى إلى وقف انقسامها. ويتحلل هذا البروتين قبل بداية انقسام الخلايا واستطالة الجذير عند الإنبات (Chiatante & Brusa ١٩٩٤).

تطور الزيادة فى الوزن الجاف للقرن ومكوناته

يصل قرن البسلة إلى أقصى وزن طازج له بعد نحو ٢٠ يومًا من تفتح الزهرة، وهو

الوقت الذي يصل فيه القرن إلى أقصى درجات انتفاخه. وبينما يصل جدار القرن إلى أقصى وزن جاف له بعد نحو ١٨ يومًا من تفتح الزهرة، فإن الوزن الجاف للبذور يستمر في الزيادة، وتكون الزيادة سريعة ما بين اليوم الرابع والعشرين واليوم الثالث والثلاثين، ويكون التطور في الوزن الجاف للقرن هو محصلة الزيادة في الوزن الجاف لكل من البذور وجدار القرن (شكل ٣-٣).



شكل (٣-٣) : نمو قرن البسلة ومكوناته.

مصادر الغذاء المجهز للقرون والبذور

يعتمد نمو قرون البسلة وبذورها على الغذاء المجهز في الأوراق، وهي تحصل على نحو ٤١٪ من هذا الغذاء من الورقة التي يوجد القرن في إبطها (٢٩٪ من الوريقات، و ١٢٪ من الأذينات)، و ٢٥٪ من القرن ذاته، و ١٤٪ من الغذاء المخزن بالجذور والذى ينتقل إليها، والباقي من الأجزاء الخضرية الأخرى للنبات. هذا وتقوم القرون إلى جانب استقبال غاز ثاني أكسيد الكربون الجوى وتمثيل الغذاء، بإدخال ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تنفس البذور - كذلك - في تمثيل الغذاء.

التباين فى نمو وتكوين قرون وبذور النبات الواحد عند الحصاد

إن أزهار البسلة تتكون في براعم إبطية، وليس في الميرستيم الطرفي؛ ولذا.. فإن النبات يصنف على أنه ذات طبيعة نمو غير محدودة inditerminate ولا يشذ عن هذه

القاعدة سوى بعض الأصناف ذات السيقان السميكة (fasciated) والتى تنتج عـددًا أكـبر من الأزهار، وهى تميل إلى أن تكون محدودة النمو determinate.

ويترتب على طبيعة النمو غير المحدود تباينًا كبـيرًا فـى مـدى نمـو واكتمـال تكويـن القرون والبذور على النبات الواحد؛ فبينما تكون القرون العليا فى بداية تكوينها، تكـون القرون السفلى فى مرحلة متقدمة من اكتمال التكوين؛ الأمر الذى يشـكل مشـكلة كبـيرة تواجه منتجى البسـلة الخضراء والجافة على حد سواء؛ ذلك لأن الإنتاج التجارى للبسلة على النطاق الواسع يتطلب حصادها آليًّا؛ ممـا يعنـى – والأمـر كذلـك – تبـاين البسـلة الخضراء فى نوعيتها، وتباين البسلة الجافة فى حجم بذورها. ويكون التوقيت المناسـب للحصاد هو الذى يعطى أعلى محصول، ولكن مع أقل قدر ممكن من التباين فـى نوعيـة البذور فى حالة المحصول الأخضر، ومع أقـل قـدر ممكـن مـن الفقـد فـى بـذور القـرون السفلى فى حالة المحصول الجاف (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

تثبيت آزوت الهواء الجوى بواسطة بكتيريا العقد الجذرية

تعتبر البسلة من البقوليات النشطة فى عملية تثبيت آزوت الهواء الجوى مـن خـلال بكتيريا العقد الجذرية التى تعيش فى جذورها معيشة تعاونية. ومـن بـين أكـثر مـن ١٨ نوعًا متخصصًا معروفًا من البكتيريا التابعة للجنس *Rhizobium* التى تثبتت آزوت الهواء الجوى .. فإن النوع *R. leguminosarum* هو الوحيـد الـذى يعيـش تعاونيًّـا فـى جـذور البسلة، وهو لايتعايش مع البقوليات الأخرى المعروفة سوى مع الفول الرومى، والعدس، والبيقة، وهى نبات علفى.

تكوين العقد الجذرية

عندما تلامس بكتيريا العقد الجذرية جذر نبات بقولى، فإن بعـض البكتيريـا تخـترق الشعيرات الجذرية مكونة خيـط إصابـة infection thread يتجـه نحـو قـاعدة الشـعيرة الجذرية، حتى يصـل إلى البشرة الداخلية والبيريسيكل، حيث تبدأ خلايـا هـذه المنطقـة فى الانقسـام النشط كرد فعل من جانب النبات، فيتكون نمو متدرن tuberous growth، أو ما يسمى بالعقدة nodule. وعليه.. فإن العقـدة مـا هـى إلا كتلـة مـن أنسـجة الجـذر

تعيش فيها البكتيريا. ومن المعروف أن هذه البكتيريا قادرة على إنتاج منظم النمو إندول حامض الخليك (IAA). وربما يكون ذلك هو المحفز على انقسام خلايا الجذر لتكوين العقدة، لكن من المعروف أنه يوجد العديد من البكتيريا الأخرى القادرة على إنتاج نفس منظم النمو، ولكنها لا تحدث عقدًا جذرية شبيهة بتلك التى تحدثها هذه البكتيريا.

وتبدأ أولى خطوات تكوين العقدة الجذرية سريعًا بعد إنبات البذور، ومع استمرار النمو السريع للجذور، حيث تكون الظروف بالمنطقة المحيطة بالجذور (rhizosphere) مناسبة لنمو هذه البكتيريا، فتخترق الشعيرات الجذرية وتتكاثر بسرعة نتيجة لتوفر الغذاء. ويتكون من هذه البكتيريا خيط العدوى الذى يحاط بإفرازات من السيليلوز، والهيميسيليلوز، والبكتيريا يفرزها العائل. ولا تخرج البكتيريا من هذا الغشاء المحيط بها إلا بعد وصولها للخلايا الداخلية بالقشرة، حيث تبدأ الخلايا فى الانقسام، والعقدة فى الظهور. وتتصل العقد بالحزم الوعائية للجذور، وينتقل إليها الغذاء. وقد تحتوى العقدة الواحدة على ملايين البكتيريا.

وتحتوى خلايا العقد على ضعف العدد الطبيعى من الكروموسومات.. وهذا التضاعف لا يحدث كرد فعل لدخول البكتيريا، ولكن البكتيريا ذاتها لا تكون قادرة على إحداث الانقسام النشط وتكوين العقد إلا إذا وصل خيط العدوى إلى خلية متضاعفة من خلايا الجذر.

فسيولوجيا تثبيت آزوت الهواء الجوى

يلاحظ عند فحص خلايا العقدة الجذرية وجود صبغة حمراء شبيهة إلى حد كبير بالهيموجلوبين الذى يوجد فى خلايا الدم الحمراء، ولهذا سميت باسم لجهيموجلوبين leghemoglobin ويبدو أنها ناتج من نواتج تفاعل الجذر البقولى مع البكتيريا، لأن أيًا منهما بمفرده لا يكون قادرًا على إنتاج هذه الصبغة. وتدل نتائج العديد من الدراسات أن هذه الصبغة ذات علاقة أكيدة بتثبيت آزوت الهواء الجوى، لأن التثبيت لا يحدث إلا فى العقد المحتوية على هذه الصبغة، كما أن المقدرة على تثبيت آزوت الهواء الجوى تتناسب طرديًا مع تركيز الصبغة. ولا يعرف على وجه التحديد.. كيف تساعد الصبغة فى عملية تثبيت آزوت الهواء الجوى. لكن ربما يكون ذلك من خلال توفيرها

للأكسجين اللازم لهذه العملية، نظرًا لأنها ذات مقدرة عالية على اجتذاب الأكسجين؛ مما يؤدى إلى وصوله للبكتيريا فى الجذور، حتى ولو كان تركيزه منخفضاً فى التربة.

وتدل نتائج الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن على أن تثبيت آزوت الهواء الجوى فى النباتات البقولية يتم بواسطة جذور النباتات نفسها، ولكن لأسباب لازالت مجهولة لا تستطيع النباتات القيام بهذه المهمة فى غياب بكتيريا العقد الجذرية التى تتبع الجنس *Rhizobium*. والتوازن دقيق بين بكتيريا العقد الجذرية والعائل البقولى، فلو انخفض مقدار المواد الكربوهيدراتية التى تصل هذه البكتيريا لتحولت إلى بكتيريا مرضية Pathogenic تستهلك نيتروجين من النبات، بدلاً من تثبيته من الجو.

تبدأ العقد فى مد النبات بالنيتروجين ابتداء من اليوم الخامس عشر، رغم أنه يمكن رؤيتها ابتداء من اليوم التاسع للإصابة بالبكتيريا. وقد لا تتجاوز الفترة النشطة من حياة العقدة أكثر من ٤ أسابيع، ولكن تكوين العقد يستمر ربما حتى المراحل المتأخرة من نضج البذور، ويستفيد النبات من جزء من النيتروجين المثبت مباشرة عندما يكون التثبيت بسرعة أكبر من حاجة البكتيريا بالعقد، أو قد يتسرب النيتروجين الزائد إلى التربة، ثم يمتصه النبات. وفى هذه الحالة.. فإن النيتروجين المتسرب يكون فى صورة بيتا-آلانين β-alanine أو حامض أسبارتيك aspartic acid. وقد يحصل النبات على النيتروجين بعد موت الخلايا البكتيرية فى الجذور، أو أن البكتيريا تفرز مواد آزوتية ذائبة فى سيتوبلازم خلايا الجذر. وطبيعى أن حرث النبات نفسه فى التربة، وتحلل العقد والنبات بما فيه من آزوت يعمل على توفير هذا العنصر للمحاصيل التالية فى الزراعة (Millar وآخرون ١٩٦٥، و Devlin ١٩٧٥، و Cobley وآخرون ١٩٧٦، و Smartt ١٩٧٦).

العوامل المؤثرة فى تثبيت آزوت الهواء الجوى

من أهم العوامل المؤثرة فى تثبيت آزوت الهواء الجوى، ما يلى:

العناصر المغذية

يتأثر تثبيت آزوت الهواء الجوى فى العقد الجذرية بكل من: الحديد، والكوبالت، والموليبدنم، والكالسيوم. فالحديد يدخل فى تركيب صبغة اللجهيموجلوبين، والكوبالت

جزء أساسي من فيتامين B_{12}، وهو مركب ربما يكون له دور في تكوين الصبغة. والموليبدنم عبارة عن مرافق إنزيمي يعمل كمستقبل ومعط للأليكترونات أثناء اختزال النيتروجين إلى أمونيا. أما الكالسيوم .. فيؤدى نقصه إلى نقص تثبيت آزوت الهواء الجوى، وربما يرجع ذلك إلى التأثير السلبي لنقص الكالسيوم على اختزال النيتروجين في العقدة.

كذلك يؤدى التسميد الأمونيومي إلى زيادة تكوين العقد الجذرية، ولكن يقل في المقابل الوزن الجاف لكل عقدة؛ مما يجعل التسميد عديم التأثير على الوزن الجاف الكلي للعقد الجذرية بالنبات. كما أدى التسميد الأمونيومي إلى زيادة معدل تثبيت آزوت الهواء الجوى بواسطة البكتيريا *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* في البسلة وذلك حتى ٢٨ يومًا من التلقيح بالبكتيريا، ولكن اضمحل هذا التأثير تدريجيًا حتى انتهى في خلال ٢٨ يومًا أخرى بعد توقف التسميد بالأمونيوم (Gulden & Vessey ١٩٩٧).

هذا .. ونادرًا ما تستجيب البسلة للتسميد الآزوتي عندما تكون جذورها نشطة في المعيشة التعاونية مع بكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى، وإذا سمدت البسلة بالنيتروجين في هذه الظروف فإنها تتأخر في إكمال نموها.

مسامية وتهوية التربة

يؤدى إندماج التربة – وما يترتب عليه من سوء في التهوية، وضعف في نفاذية التربة للماء – وازدياد الإصابة بأعفان الجذور (وخاصة عفن أفانوميسس الجذرى aphanomyces root rot) – الذى تزداد شدته كذلك في الأراضي المندمجة الرديئة الصرف – يؤدى ذلك إلى تثبيط تكوين عقد الرايزوبيم الجذرية بصورة تامة (Grath & Hakansson ١٩٩٤).

الملوحة الأرضية

تؤدى زيادة الملوحة بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم حتى ١٠٠ مللى مولار إلى نقص تثبيت آزوت الهواء الجوى، والوزن الجاف للنمو الخضرى، والوزن الجاف للعقد

الجذرية، وتركيز اللجهيموجلوبين leghaemoglobin وتركيز البروتين الذائب فى العقد الجذرية. ويعتقد بأن تثبيط تثبيت آزوت الهواء الجوى فى الملوحة المعتدلة (٥٠ مللى مولار كلوريد الصوديوم) يكون مرده إلى نقص فى تنفس البكتيرويد bacteroid، بينما يعود النقص فى تثبيت آزوت الهواء الجوى فى الملوحة العالية (١٠٠ مللى مولار كلوريد صوديوم) إلى النقص فى تنفس البكتيرويد بالإضافة إلى ما يحدث من نقص فى محتوى العقد الجذرية من اللجهيموجلوبين (Delgado وآخرون ١٩٩٤).

وتعرف من البكتيريا *R. leguminosarum* سلالات متحملة للملوحة (مثل GRA19)، وأخرى حساسة لها (مثل GRL19). وقد وجد أن تعريض نباتات البسلة للملوحة لا يؤثر فى نموها إلا عندما تتعايش معها السلالة الحساسة للملوحة (Cordovilla وآخرون ١٩٩٩).

معاملات مبيدات الحشائش

تؤدى المعاملة ببعض مبيدات الحشائش (مثل التربوترين terbutryn، والتراى تازين trietazine، والبرومترين prometryn) قبل الإنبات إلى تقليل تكوين عقد الرايزوبيا الجذرية، فضلاً من تأثيرها السلبى على صافى البناء الضوئى، والمساحة الورقية، والوزن الجاف للجذور والنمو الخضرى، والمحتوى النيتروجينى، ومحصول البذور (Singh & Wright ١٩٩٩).

الاستجابة للملوحة

التأثير الفسيولوجي للملوحة

أدى تعريض بادرات البسلة لمستوى من الملوحة قدره ٣٠ مللى مولاً/لتر كلوريد صوديوم لمدة ٣ أو ٦ أيام إلى إحداث زيادة فى كل من: محتوى البرولين الحر، وتركيز ثانى أكسيد الكربون عند الـ compensation، والـ photorespiration، ومقاومة الثغور stomatal resistance، ونشاط إنزيم (s)-2-hydroxy-acid oxidase وإنزيم phosphoglycolate phosphatase. كذلك أدى التعريض للملوحة إلى انخفاض معدل البناء الضوئى، والنتح، والمحتوى البروتينى، ومحتوى الماء النسبى (Fedina & Tsonev ١٩٩٧).

دور أيون الأمونيوم فى زيادة الحساسية للملوحة

أوضحت دراسات Speer وآخرون (١٩٩٤) أن استعمال النيتروجين النشادرى فى المحاليل المغذية بتركيز ٣ مول/م^3 كمصدر وحيد للنيتروجين أدى – مقارنة باستعمال النيتروجين النتراتى بتركيز ٣ أو ١٤ مول/ م^3 – إلى زيادة حساسية البسلة بشدة للتركيزات المعتدلة من الملوحة (٥٠ مول كلوريد صوديوم/ م^3). وقد ظهرت أعراض أضرار الملوحة على صورة ذبول فى حواف الوريقات ثم تحلل تلك الحواف، وتوافق ذلك مع زيادة فى تركيز كلوريد الصوديوم فى الأوراق، وتراكم الأمونيوم (حتى ٢٠ مول/م^3)، والأحماض الأمينية (حتى ١١٠مول/م^3) فى الأوراق، وبطء امتصاص الأمونيوم، ونقص المحتوى البروتينى للنباتات.

وقد ظهر الفرق بين أيونى الأمونيوم والنترات – فى إحداثهما لزيادة الحساسية للملوحة – متمثلاً فى زيادة سرعة ظهور أعراض أضرار الملوحة المذكورة أعلاه عند الاعتماد على النيتروجين النشادرى فقط كمصدر للنيتروجين، مقارنة بالاعتماد على النيتروجين النتراتى. وقد كانت قدرة النباتات المسمدة بالأمونيوم على فصل كلوريد الصوديوم وعزله عن البروتوبلازم (compartmentation capacity) أقل بكثير من قدرة النباتات المسمدة بالنيتروجين النتراتى. وبدا أن سمية الأيونات كان مردها إلى إحداثها لخلل فى الأيض فى أجزاء من النسيج الوسطى للنباتات المسمدة بالأمونيوم، أعقبه تحرر سريع للمحاليل فى البروتوبلازم؛ توافق مع ظهور الأعراض المتطورة لأضرار الملوحة. وعلى الرغم من أن تركيز الأمونيوم فى الأوراق ازداد بصورة درامية فى المراحل المتأخرة من ظهور الأضرار، إلا أن التركيز كان شديد الانخفاض عند بداية ظهور الأضرار إلى درجة لا يمكن معها أن يكون مسئولاً عن تلك الأضرار (Speer & Kaiser ١٩٩٤).

تأثير المعاملة بحامض الجاسمونك فى زيادة تحمل الملوحة.

أدت معاملة بادرات البسلة وهى بعمر ١٠ أيام بحامض الجاسمونك jasmonic acid لمدة ثلاثة أيام قبل تعريضها للملوحة قدرها ٣٠ مللى كلوريد صوديوم لمدة ٣ أو ٦ أيام إلى معادلة تأثير الملوحة، أو إلى تأقلم النباتات عليها؛ فكان معدل البناء الضوئى، ومحتوى

الماء النسبى، والمحتوى البروتينى للنباتات المعاملة بحامض الجاسمونك مع الملوحة أعلى مما فى النباتات المعاملة بالملوحة فقط. كما أن المعاملة بحامض الجاسمونك فى حد ذاته أحدثت شدًا فسيولوجيًا، وجعلت النباتات تستجيب بزيادة تراكم البرولين، وزيادة كلاً من الـ photorespiratin، وتركيز ثانى أكسيد الكربون عند الـ compensation، مثلما يحدث عند التعرض للملوحة. وقد أدت المعاملة بحامض الجاسمونك إلى خفض تراكم أيون الكلورين والصوديوم فى النموات الخضرية (Fedina & Tsonev ١٩٩٧).

التأثير الفسيولوجى لدرجة الحرارة

تأثير درجة الحرارة على النمو والمحصول

تناسب الحرارة العالية النمو الخضرى مقارنة بالنمو الجذرى؛ مما يؤدى إلى نقص نسبة النمو الجذرى إلى النمو الخضرى؛ الأمر الذى ينعكس سلبيًا بعد فترة على المحصول البيولوجى. وبالمقارنة فإن الحرارة المنخفضة فى بداية النمو النباتى تحفز النمو الجذرى الجيد، الذى يمكن – بدوره – أن يدعم نموًا خضريًا جيدًا. كذلك تسهم الحرارة العالية فى تقليل النمو الخضرى من خلال تقصيرها لفترة النمو الخضرى ذاتها. هذا مع العلم بأن تأثير الحرارة على طول الفترة من الإنبات حتى الإزهار لا علاقة له بتأثير الحرارة على معدل النمو.

وقد تباينت كثيرًا نتائج الدراسات الخاصة بتأثير درجة الحرارة على نمو البسلة، وعقد قرونها، ومحصولها. ومن بين النتائج التى حُصل عليها فى دراسات مختلفة، ما يلى (عن Pumphrey & Raming ١٩٩٠).

- كان المحصول عاليًا عندما كان الجو دافئًا فى بداية حياة النبات، ومائلاً إلى البرودة بعد ذلك، وكان المحصول منخفضًا عندما كان الجو مائلاً إلى البرودة فى بداية حياة النبات ودافئًا بعد ذلك.

- أمكن إرجاع ٧٥٪ من الاختلافات السنوية فى محصول البسلة فى ولاية وسكنسن الأمريكية إلى الاختلافات فى درجات الحرارة الصغرى خلال مرحلتى نمو البادرة والإزهار وعقد القرون.

• أمكن إرجاع ٦٨٪ من الاختلافات فى محصول البذور فى استراليا إلى الصقيع عند بداية الإزهار، والحرارة العالية أثناء الإزهار، مع توقع زيادة قدرها ٦٠٠ كجم فى محصول البذور/ هكتار مع كل انخفاض قدره درجة واحدة مئوية فى متوسط درجة الحرارة اليومى خلال مرحلة الإزهار.

• توصل Boswell عام ١٩٢٩ إلى أن ٢٠°م كمتوسط يومى لدرجة الحرارة يعد قريبًا من الحرارة الحرجة التى يؤدى ارتفاعها عن ذلك إلى الإضرار بنمو البسلة.

• وذكر أن محصول البسلة ينخفض بارتفاع درجة الحرارة خلال النهار عن ١٦°م، وارتفاعها أثناء الليل عن ١٠°م.

• واعتبر متوسط موسمى لدرجة الحرارة قدره ٢٠–٢١°م مثاليًّا للبسلة.

• وحُدِّدَت حرارة ٢٥–٢٦°م حدًّا أقصى للدرجة المناسبة للبسلة خلال الإزهار، وأن النمو يقف عند حرارة ٣٦°م.

• واقترحَ آخرون ٢٧°م كحدٍ أقصى لدرجة الحرارة نهارًا.

• وأوضح الكثيرون أن أشد الأوقات حرجًا بالنسبة للتأثير السلبى للحرارة العالية هو من الإزهار حتى امتلاء القرون، وأن أكثر مكونات المحصول تأثرًا بالحرارة العالية هو عدد القرون بالنبات.

ووجد Pumphrey & Raming (١٩٩٠) أن ارتفاع متوسط الحرارة العظمى اليومى لم يكن بذى تأثير على محصول البسلة حتى ٢٥,٦°م، ولكن الحرارة الأعلى من ذلك أدت إلى نقص المحصول، وكان النقص فى المحصول لوغاريتميًّا مع الارتفاع الخطى فى حرارة النهار. وتراوح النقص فى المحصول الطازج بين ١٦كجم/هكتار مع كل زيادة قدرها وحدة حرارية يومية فوق ٢٧°، و ٧٦ كجم/هكتار مع كل زيادة مماثلة فوق ٣٥°م.

هذا .. لم يجد Oliver & Annandale (١٩٩٨) فروقًا معنوية بين أصناف البسلة فى درجات الحرارة الصغرى (التى لا يحدث فى حرارة أقل منها أى نمو)، والمثلى، والعظمى (التى لا يحدث فى حرارة أعلى منها أى نمو) فى مختلف مراحل النمو

والتطور، والتى وجدت كما يلى:

المرحلة	الحرارة الصغرى (ْم)	الحرارة المثلى (ْم)	الحرارة العظمى (ْم)
إنبات البذور	صفر	٢٩	٤٠
نمو البادرة، والنمو الخضرى، والزهرى	٣	٢٨	٣٨

وتحت ظروف الحقل احتاج المحصول من الدرجات الحرارية اليومية: ˚C days إلى حوالى ١٠٠ للإنبات، و ٢٦٠ للوصول إلى مرحلة نمو الورقة الرابعة، و ٣٨٠ للوصول إلى مرحلة نمو الورقة السابعة، و ٧٣٠ للوصول إلى مرحلة نمو الورقة الرابعة عشر، وبين ٧٧٠ و ٨٩٠ للوصول إلى مرحلة الإزهار، وبين ١٣٨٠ و ١٤٥٠ من زراعة البذرة إلى حين نضج المحصول الأخضر مقدرة بقراءة جهاز تندرومتر tendrometer reading قدرها ١٣٠.

فسيولوجيا الاستجابة للحرارة المنخفضة

أدت معاملة بادرات البسلة بحامض الأبسيسيك ABA بتركيز ١٠$^{-٤}$ مولار، أو أقلمتها على حرارة ٢ْم إلى زيادة قدرة السويقة الجنينية العليا وأنسجة النموات الخضرية على تحمل التجمد من خلال مسار مختلف لكل معاملة، ولكن كلتا المعاملتين أدتا إلى إنتاج بروتين ٢٤ كيلو دالتون 24 kDa ، وكان تأثيرهما متجمعًا (Welbaum وآخرون ١٩٩٧).

فسيولوجيا الاستجابة للحرارة المرتفعة

أوضحت دراسات Lenne & Douce (١٩٩٤) أن البسلة تستجيب للتغير الحاد فى درجة الحرارة من ٢٥ْ إلى ٤٠ْم – عند التعرض للدرجة الأخيرة لمدة ثلاث ساعات – بتكوين نوع خاص من بروتين الصدمة الحرارية heat shock protein (وهو ٢٢ كيلو دالتون 22 kDa) أطلق عليه اسم HSP22. وقد أنتج هذا البروتين وتراكم فى الـ matrix بميتوكوندريات الأوراق الخضراء.

وفى دراسة أخرى وجد أن البسلة تستجيب لمعاملة التعرض لحرارة ٣٧ْم لمدة ٦ ساعات بتكوين ثلاثة أنواع من بروتين الصدمة الحرارية heat shock protein، ذات وزن

جزيئى منخفض وذات كتلة جزيئية molecular mass قدرها ٢٢ كيلو دالتون 22 kDa، ويتأثر تكوين تلك البروتينات بجينات مختلفة. تتكون بروتينات الصدمة الحرارية بسرعة شديدة وتتجمع فى الميتوكوندريات، حيث يمكن ملاحظتها فى خلال ٤٥ دقيقة من المعاملة، ويزداد تركيزها فى الميتوكوندريا إلى أن يصل إلى حد أقصى قدره ٢٪ من بروتين الميتوكوندريات الكلى. ويبقى تركيز بروتين الصدمة الحرارية مرتفعًا لمدة تزيد عن ٦ أيام بعد زوال الشد الحرارى (Wood وآخرون ١٩٩٨).

فسيولوجيا التعرض لظروف الجفاف

التأثير الفسيولوجى للجفاف

يؤدى تعرض البسلة لظروف الجفاف إلى نقص معدل النمو النسبى relative growth rate (Makela وآخرون ١٩٩٧)، ومعدل إنتاج الأوراق rate of leaf production، ومعدل نمو الأوراق فى المساحة leaf expansion rate وإلى حدوث ارتفاع طفيف فى درجة حرارة الأوراق بسبب انغلاق الثغور ونقص معدل النتح، ولكن ذلك كله لا يحدث إلا فى حالات الجفاف الشديد؛ وإلى حين الوصول إلى تلك الدرجة من الجفاف فإن معدل إنتاج الأوراق يعتمد أساسًا على درجة حرارة الهواء (Lecoeur & Guilioni ١٩٩٨).

كذلك يؤدى التعرض لظروف الجفاف إلى انخفاض أيض الكربون والنيتروجين فى العقد الجذرية، فينخفض بشدة نشاط إنزيم sucrose synthase، كما يقل نشاط بعض الإنزيمات التى تشارك فى تمثيل النيتروجين فى العقد الجذرية، مثل: glutamine synthase، و aspartate aminotransferase (González وآخرون ١٩٩٨).

تأثير التعرض للأشعة فوق البنفسجية بى

يقلل التعرض للأشعة فوق البنفسجية B (أو UV-B) من أضرار التعرض للجفاف، ذلك لأن التعرض لتلك الأشعة يقلل من فقد النبات للماء – من خلال التغيرات التى تحدثها فى النبات – والتى من أبرزها: تقليل درجة توصيل الثغور بالسطح العلوى للأوراق بنسبة ٦٥٪؛ ونقص المساحة الورقية بدرجة كبيرة، ونقص الكتلة البيولوجية

biomass للنبات من خلال النقص فى أعداد الخلايا وانقساماتها (Nogués وآخرون ١٩٩٨).

تأثير المعاملة بالجليسين بيتيين

أدى رش نباتات البسلة بالجليسين بيتين glycinebetaine (تحت ظروف الصوبة بتركيز ٠,٠٥، أو ٠,١، أو ٠,٢ مول عند عمر ٣ أسابيع، أو تحت ظروف الحقل بتركيزات وصلت إلى ١٥ كجم/ هكتار عند مرحلة نمو الورقة الثالثة) .. أدت إلى زيادة معدل النمو النسبى، وخاصة عندما أجريت المعاملة أثناء تعرض النباتات لظروف الجفاف، أو بعدها مباشرة، حيث أدى الرش بتركيز ٠,٢ مول جليسين بيتين إلى زيادة معدل النمو النسبى بعد أسبوعين من المعاملة، وكانت الزيادة بنسبة ٤٥٪ عندما أجريت المعاملة أثناء التعرض للجفاف، وبنسبته ١٣٪ عندما أجريت بعد ذلك، إلا أن تأثير الرش بالجليسين بيتين تضاءل بعد ثلاثة أسابيع من المعاملة. كذلك أدت المعاملة إلى زيادة معدل النمو النسبى تحت ظروف الحقل أيضًا (Makela وآخرون ١٩٩٧).

فسيولوجيا التعرض لظروف الغدق

يؤدى تعرض نباتات البسلة لظروف الغدق إلى زيادة محتواها من حامض الأبسيسيك ABA بمقدار ٨ أضعاف، ويحدث ذلك نتيجة لذبول الأوراق المسنة فى هذه الظروف، كما أن حامض الأبسيسيك الذى تنتجه الأوراق المسنة فى هذه الظروف ربما يعمل على حماية الأوراق الحديثة من الذبول (Zhang & Zhang ١٩٩٤).

التأثير الفسيولوجى للميكوريزا

قام Reinhard وآخرون (١٩٩٤) بدراسة تأثير الميكوريزا *Glomus mosseae* على نباتات البسلة الملقحة بالبكتيريا *Rhizobium leguminosarum* فى وجود مستويات منخفضة أو عالية من الفوسفور (٥٠ أو ١٠٠مجم/ كجم من التربة)، والنيتروجين (١٦ أو ١٠٠ مجم/ كجم من التربة)، مع توفير إضاءة ضعيفة أو عالية (العالية ٩٠٠ ميكرومول /م^2/ ثانية) للنمو النباتى، وتوصلوا من دراستهم إلى ما يلى:

● عندما كان مستوى الفوسفور منخفضًا أدى التلقيح بالميكوريزا إلى زيادة محتوى الفوسفور فى النموات الخضرية، وزيادة تثبيت النيتروجين.

● أدى ضعف الإضاءة إلى نقص جوهرى فى استعمار الميكوريزا للجذور وفى نمو العقد الجذرية.

● عندما كان مستوى الفوسفور عاليًا انخفضت قدرة الميكوريزا على استعمار الجذور.

● ازداد تمثيل المواد الكربوهيدراتية فى النباتات تحت ظروف الإضاءة العالية مع توفر الفوسفور والنيتروجين، ولكن تأخر تكوين العقد الجذرية.

● ازداد تكوين العقد الجذرية مع اقتراب مرحلة الإزهار، ولكن حدث ذلك بدرجة أقل فى النباتات الملقحة بالميكوريزا.

● وبعد ٢٨ يومًا من الزراعة كانت النباتات الملقحة بالميكوريزا أقل من نظيراتها غير الملقحة فى كل من الوزن الجاف للنموات الخضرية، والوزن الجاف للعقد الجذرية، وفى نشاط إنزيم النيتروجينيز nitrogenase.

هذا .. وتختلف سلالات وأصناف البسلة فى تقبلها لاستعمار الميكوريزا لها، وتلك خاصية وراثية. وقد أوضحت دراسات التطعيم أن تلك الصفة – أى خاصية القدرة على التوافق بين البسلة والميكوريزا من عدمه – تتحدد فى الجذور فقط (Vierheilig & Piche ١٩٩٦). وقد أمكن تحويل سلالات البسلة غير المتوافقة مع الميكوريزا إلى سلالات متوافقة، وجعلها قابلة للإصابة بالميكوريزا، وذلك بمعاملة جذورها بالمركب ترای أيودوبنزوك أسد triiodobenzoic acid (اختصاراً TIBA)، وهو مثبط لانتقال الأوكسين فى النبات (Muller ١٩٩٩).

التأثير الفسيولوجى للبكتيريا التى تعيش حول الجذور

أوضحت دراسات Andrade وآخرون (١٩٩٥) أن السلالة BH-II من البكتيريا *Bacillus* spp. التى تعيش فى المنطقة المحيطة بالجذور النباتية rhizosphere يمكن أن يكون لها تأثيرات إيجابية وأخرى سلبية على النبات والتربة. فمن ناحية لم تؤثر البكتيريا على الوزن الجاف الكلى لنبات البسلة فى كل من الأراضى الغنية والأراضى

الفقيرة فى عنصر الفوسفور فى غياب الميكوريزا، ولكنها انقصت النمو النباتى بمقدار ٣٠٪ عند تواجد الميكوريزا *Glomus mosseae*. وقد أدت البكتيريا إلى زيادة نسبة الجذور إلى النمو الخضرى، ونسبة البذور إلى الوزن النباتى الكلى سواء فى وجود الميكوريزا، أم فى غيابها. وقد فقد نوعا التربة تحببهما فى غياب الميكوريزا، ولكن قل ذلك الفقد كثيرًا عند تواجد البكتيريا. وبالمقارنة ازداد تحبب التربة بنسبة ٢٧٪ خلال فترة التجربة عند تواجد الميكوريزا، ولكن لم تؤثر البكتيريا كثيرًا على تلك العملية.

تأثير مبيدات الحشائش على نسبة البروتين فى البذور

أدت معاملة البسلة والفاصوليا بمبيد الحشائش سيميزين Simizine (فى الحدود الآمنة للمبيد) إلى إحداث زيادة فى المحصول، وفى نسبة البروتين فى البذور، وصاحب ذلك زيادة كبيرة فى نشاط إنزيم nitrate reductase لدى تسميد النباتات بالأسمدة الآزوتية (عن Wittwer ١٩٦٨). كما وجد Salunkhe وآخرون (١٩٧١) أن المعاملة بمبيدات الحشائش s-triazine والتى منها السيميزين، والبروبازين propazine، والإجران igran، والأمترين ametryne بمعدلات منخفضة تراوحت بين ٥٦ و ٢٢٣ جم للفدان أدت إلى زيادة نسبة البروتين فى بذور البسلة. وقد أحدثت التركيزات الأعلى من نفس المبيدات (٤٤٥، و ١٧٨٠ جم للفدان) زيادة مماثلة فى نسبة البروتين فى الذرة السكرية مصحوبة بتغيرات فى نوعية البروتين.

العيوب الفسيولوجية

من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر على بذور البسلة، ما يلى:

١ - البذور الشقراء **'Blonde' Peas**

يتميز هذا العيب الفسيولوجى بحدوث تغيرات لونية إلى الأصفر الفاتح والأصفر (الأشقر) فى البسلة الخضراء. ويظهر هذا العيب الفسيولوجى عند كثرة تظليل القرون بسبب النمو الخضرى الكثيف. وقد تحدث الظاهرة عند كثرة تراكم السحب خلال مرحلة امتلاء القرون. وتختلف أصناف البسلة فى قابليتها للإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

٢ - اصفرار البذور hleaching

يختلط هذا العيب الفسيولوجى أحيانًا مع أعراض البذور الشقراء، وتحدثه زيادة الرطوبة بعد وصول القرون إلى مرحلة اكتمال نمو البذور وجفافها، حيث تزداد رطوبة البذور مرة أخرى؛ مما يؤدى إلى حدوث نشاط إنزيمى وهدم الكلوروفيل (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

كذلك تصفر البذور الخضراء وتفقد جزءًا من محتواها من الكلوروفيل عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء النضج، وتساعد زيادة التسميد الآزوتى على زيادة تعرض النباتات لهذه الظاهرة.

٣ - القلب الأجوف hollow heart

يظهر القلب الأجوف على شكل فجوة من نسيج ميت فى الجانب الظهرى للفلقات فى البذور الجافة، وتحدث الحالة عند حصاد البذور مبكرًا، أو ارتفاع درجة الحرارة أثناء تجفيف البذور. وتؤدى زيادة الفوسفور ونقص النيتروجين إلى زيادة فرصة الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى. تؤثر هذه الحالة على إنبات البذور المستخدمة كتقاوى، وقد تصل نسبتها إلى ٣٠٪ من البذور المستخلصة.

٤ - الفجوات البنية المركزية brownish hollow centers (أو marsh spot).

يؤدى نقص عنصر المنجنيز إلى ظهور فجوات بنية اللون فى مركز البذور بالفلقات يمكن رؤيتها عند فصل الفلقتين عن بعضهما البعض (George ١٩٨٥).

وتبعًا لدراسات Neena Khurana وآخرون (١٩٩٩) فإن كلاً من النقص الحاد للمنجنيز (٠,٠٠١١ مجم منجنيز/ لتر)، وزيادته إلى درجة السمية (> ٥٥ مجم /لتر) تؤديان إلى ظهور المساحات المتحللة فى البذور.

وقد أوضحت الدراسات التشريحية على الفلقات المصابة بالفجوات البنية المركزية – مقارنة بالفلقات العادية – تميز الفلقات المصابة بما يلى (Dalbir Singh & Renu Mathur ١٩٩٢):

- تفكك الألياف السيليلوزية للجدر الخلوية.

- إفراز مادة زيتية ملونة تتجمع فى مسافات واسعة بين الخلايا.
- ضعف الغشاء البلازمى الخلوى، وكذلك الأغشية البلازمية الخاصة بعضيات الخلية، أو انهيارها.
- تفتت الشبكة الإندوبلازمية.
- فشل ترسيب المواد فى الأجسام البروتينية.

وقد أمكن مكافحة الفجوات البنية فى البسلة بالتسميد رشًا بكبريتات المنجنيز بمعدل ١,٣ كجم للهكتار على دفعتين: الأولى فى مرحلة عقد القرون، والثانية بعد ذلك بأربعة عشر يومًا (Knott ١٩٦٦).

الأضرار الميكانيكية للبذور

تتباين أصناف البسلة فى مدى حساسية بذورها للضرر عند تعرضها للشدّ الميكانيكى، وعند تشربها بالماء imbibitim، سواء أحدث ذلك التشرب بالنقع فى الماء قبل الزراعة، أم عند الزراعة، كما يتأثر ذلك بنسبة الرطوبة فى البذور قبل امتصاصها للماء. فعندما قورنت بذور تفاوتت فيها نسبة الرطوبة بين ٦-٨٪، و١٢-١٤٪، و١٨-٢٠٪ كانت الأكثر جفافاً (٦-٨ ٪ رطوبة) هى الأكثر تعرضاً للأضرار الميكانيكية، كما ظهرت زيادة فى درجة التوصيل الكهربائى لإفرازاتها، وانخفضت نسبة إنباتها تحت ظروف الشد الميكانيكى وشد التعرض للحرارة المنخفضة. هذا بينما لم يؤثر الضرر الميكانيكى جوهريًا على إنبات أو قوة البذور التى كانت نسبة رطوبتها ١٢-١٤٪ أو ١٨-٢٠٪ (Prusinski & Borawska ١٩٩٦).

الفصل الرابع

حصاد وتداول البسلة

النضج والحصاد

يتوقف موعد النضج المناسب للحصاد، وطريقة الحصاد على الغرض الذى يزرع من أجله المحصول كما يلى:

أولاً: البسلة التى تزرع لأجل البذور الخضراء

من أهم علامات وصول القرون إلى طور النضج المناسب للحصاد ما يلى:

١ – امتلاء القرون ونمو البذور بصورة جيدة – وهى مازالت غضة – بحيث يؤدى الضغط عليها إلى دهكها دون أن تنزلق الفلقتان.

٢ – بدء تحول البذور من اللون الأخضر القاتم إلى الأخضر الفاتح.

٣ – الاعتماد على قراءة جهاز التندروميتر tendrometer، وهو جهاز يقدّر درجة صلابة البذور الخضراء – بقياس مقدار الضغط اللازم لدفع حجم معلوم من البذور من خلال شبكة قياسية standard grid – وترتبط جودة البذور ونسبة السكر بها ارتباطًا وثيقًا مع قراءة الجهاز كما هو مبين فى جدول (٤–١)، حيث تزداد الجودة مع انخفاض القراءة، ويصاحب ذلك انخفاض المحصول (جدول ٤–٢)، ولكن يزيد سعر البيع. وعندما تتراوح قراءة الجهاز من ٩٠–٩٥٪ .. فإن ذلك يعنى أن المحصول يقل عما يمكن الحصول عليه بمقدار ٢٥٪ (Shoemaker ١٩٥٣).

جدول (٤–١): قراءة جهاز التندروميتر **tendrometer** للرتب المختلفة من بذور البسلة الخضراء.

الرتبة		القراءة
فاخرة جدًا	extra fancy	١٠٠
فاخرة	fancy	١٠٠–١١٥
فوق القياسية	extra standard	١١٦–١٣٠
القياسية	standard	١٣١–١٥٠
تحت القياسية	substandard	١٥٠

جدول (٤-٢): تأثير التأخير فى الحصاد على محصول البسلة الخضراء ونوعيته (Salunkhe & Dasi ١٩٨٤).

عدد الأيام بعد أول حصاد	المحصول (طن/فدان)	قراءة التندروميتر	البذور الصغيرة (رقما ٢،٢) (٪)	النشا (٪)
صفر	١,٥٨	٩٠	٣٢,٠	٢,٤٤
٢	٢,٠٢	٩٦	٢٨,٢	٢,٧٣
٤	٢,٣٦	١٠٢	٢٢,٥	٢,٩٩
٦	٢,٦٢	١٠٩	١٦,٨	٣,٢٢
٨	٢,٨٩	١١٨	١٣,٦	٣,٥٠
١٠	٣,١٨	١٣٥	٥,٥	٤,٤٤
١٢	٣,٦٤	١٦٠	٢,١	٥,٨٢

ويرتبط النقص فى نوعية البذور، أو الزيادة فى قراءة التندروميتر بالتغيرات التالية أيضًا:

أ - زيادة نسبة النشا، والمواد عديدة التسكر، والبروتين، وهى المواد الصلبة التى لا تذوب فى الكحول .. ويعنى ذلك ارتباط النوعية سلبيًّا بنسبة هذه المواد، ويبلغ معامل الارتباط ٠,٩٥ (Idle ١٩٥٠).

ب - زيادة الكثافة النوعية للبذور.

جـ - نقص نسبة السكر.

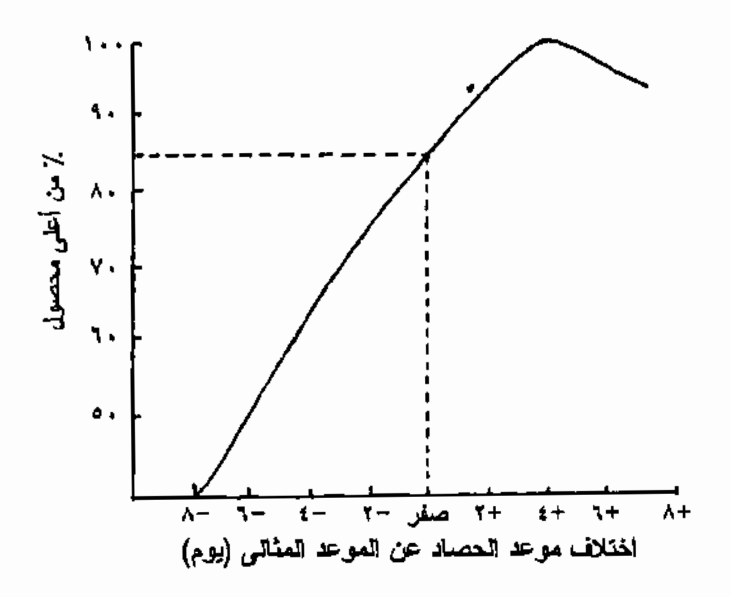
د - انتقال الكالسيوم إلى أغلفة البذور؛ مما يزيد من صلابتها.

هـ - زيادة حجم البذور.

وتؤثر درجة الحرارة السائدة أثناء النضج تأثيرًا كبيرًا على سرعة نضج البذور. وعلى الرغم من أن درجة الحرارة ليس لها أى تأثير على نوعية البذور طالما أنها تحصد فى الوقت المناسب، إلاَّ أن نوعيتها تتدهور بسرعة كبيرة بعد وصولها إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد إذا سادت الجو درجات حرارة مرتفعة خلال تلك الفترة، حيث تزداد قراءة التندروميتر بمقدار ١٥-٣٠ وحدة يوميًّا.

وتتأثر كمية المحصول بدرجة النضج التى يجرى عندها الحصاد كما هو مبين فى

شكل (٤-١). ويمثل هذا الشكل متوسط محصول سبعة من أصناف التعليب فى خمسة مواسم زراعية. يتضح من الشكل أن الحصاد فى الوقت المناسب للتعليب يعنى نقصًا قدره حوالى ١٣٪ عن أعلى محصول متوقع. وعلى الرغم من ذلك .. فإن بسلة التعليب تحصد فى وقت مبكر عن الموعد المناسب بنحو يومين؛ مما يعنى أن النقص عن أعلى محصول متوقع يصل إلى ٢٥٪. وتجدر الإشارة إلى أن النقص المشاهد فى المحصول بعد أربعة أيام من وصول البذور إلى مرحلة النضج المناسبة للتعليب يرجع إلى نضج البذور، وبدء فقدها لرطوبتها (Arthey ١٩٧٥).



شكل (٤-١): تأثير التقديم أو التأخير فى موعد حصاد البسلة عن الموعد المثالى على المحصول كنسبة مئوية من أعلى محصول متوقع.

وتحصد حقول البسلة الخضراء يدويًا بعد ٥٠-٧٠ يومًا من الزراعة فى الأصناف القصيرة، ويستمر الحصاد لمدة ١-١,٥ شهرًا، وبعد ٧٠-٩٠ يومًا فى الأصناف المتوسطة الطول ويستمر لمدة شهرين، وبعد ٨٠-٩٠ يومًا فى الأصناف الطويلة ويستمر لمدة شهرين ونصف. ويجرى الحصاد كل خمسة أيام فى الجو البارد، وكل ثلاثة أيام فى الجو الحار، ويفضل أن يجرى فى الصباح الباكر أو قرب المساء. كما قد يجرى الحصاد آليًا مرة واحدة بالنسبة لمحصول التصنيع.

تحصد البسلة الخضراء لأجل التصنيع (التجميد والتعليب) آليًّا على نطاق واسع في عديد من دول العالم، حيث تقوم آلة الحصاد بتجريد النباتات من القرون. ويعتمد تحديد موعد الحصاد على تجمع العدد اللازم من الوحدات الحرارية بالنسبة لكل صنف.

وفى دراسة شملت سبعة أصناف من البسلة، وأربعة أنواع (موديلات) من آلات الحصاد بلغت نسبة البقايا النباتية التى مرت من آلة الحصاد بين ٤، و ٣٣,٧٪ من وزن المحصول، بمتوسط قدره ١٥,٢٪. كما تراوح مقدار الفقد فى المحصول بسبب عملية الحصاد الآلى بين ٢٤، و ١٤٠٨ كجم/هكتار (أى بين ٨، و ٤٤٠ كجم/فدان)، بمتوسط قدره ٥٥٥ كجم/هكتار (٢٣٣ كجم/فدان)، أو نحو ٠,٥ إلى ٣٤٪ من محصول القرون، بمتوسط قدره ١٠,٤٪. وكان معظم هذا الفقد عند مقدمة (رأس) آلة الحصاد، حيث بلغ ٧٠,٣٪ من الفقد الكلى. وعلى الرغم من تباين الأصناف كثيرًا فى نسبة الفاقد عند حصادها آليًّا فإن الأنواع المختلفة من آلات الحصاد المستعملة لم تختلف فى هذا الشأن. وقد أمكن خفض كمية البقايا النباتية – التى تتجمع مع المحصول – ونسبة الفاقد فى القرون بالتحكم فى سرعة آلة الحصاد، وارتفاع مقدمة (رأس) الآلة التى تقوم بالتقاط عروش النباتات، وإجراء الحصاد قبل أن تصبح نسبة عالية من القرون زائدة النضج (Glancey وآخرون ١٩٩٦).

ثانيًا: البسلة التى تزرع لأجل البذور الجافة

تُحصد البسلة التى تزرع لأجل البذور الجافة آليًّا بعد نضج وجفاف القرون السفلى تمامًا، ويكون ذلك بعد نحو ٤–٦ أشهر من الزراعة. ويمكن زيادة المحصول الجاف بجمع القرون التى تجف أولاً حتى لا تنشطر وتسقط منها البذور، ثم تقلع النباتات بعد جفافها وتدرس لاستخلاص البذور منها.

ثالثًا: البسلة السكرية

تحصد البسلة السكرية التى تزرع لأجل قرونها الكاملة بمعدل ٣–٤ مرات أسبوعيًّا على مدى ٢–٣ أشهر. ويجب أن يستمر الحصاد حتى إذا كانت الأسعار منخفضة لكى تستمر النباتات فى النمو.

ويكون حصاد طراز المنجتوه mangetout peas (أو الـ snow peas) فى مرحلة مبكـرة جدًا من النمو، وبمجرد التعرف على مواضع البـذور فـى القـرن، وهـى مـازالت صغـيرة جدًا. ويمكن من خلال التعرف على خصائص نمو القرن فـى كـل صنـف تحديـد الموعـد المناسب للحصـاد، وهو الذى يصل فيه القرن إلى أقصى نمو طولى وعرضى له قبل أن تبدأ البذور فى الزيادة فى الحجم.

أما حصاد طراز البسلة المتقصفة snap peas فإنه يكون عند امتلاء القرن بـالبذور بعـد بلوغ البذور نصف حجمها الكامل، ولكن قبل أن تصل إلى حجمها الكامل. ومن الطبيعى أن المحصول يزداد كلما تأخر الحصـاد، ولكـن يصـاحب ذلـك احتمـال تخطـى القـرون للمرحلة المناسبة للحصـاد.

التداول

يتم أولاً استبعاد القرون الزائدة النضج ذات اللون الأصفر، والقرون الخالية من البذور والتى تكون مسطحة، وكذلك القرون المصابـة بـالأمراض والحشـرات، ثـم تُعـرَّض بـاقى القرون لتيار من الهواء لإزالة البقايـا النباتيـة المختلطـة بـها. ويلـى ذلـك إجـراء عمليـة التبريد الأولى للتخلص من حرارة الحقل، وذلك بغمر القرون فى الماء المثلج. وتبرد البسـلة السكرية بطريقة الدفع الجبرى للهواء البارد.

يمكن تبريد البسـلة مبدئيًا من حرارة ٢١°م إلى ١°م فى خلال حوالى ١٢ دقيقة بغمرها فى ماء مثلج على حرارة الصفر المئوى. كذلك يمكن إجراء التبريد الأولى بالتفريغ، ولكـن يتعين بلّ القرون بالماء أولاً حتى لا تفقد رطوبتـها. ومتـى كـانت القـرون مبتلـة (بسـبب التبريد الأولى بالماء المثلج، أو بسبب إضافـة الثلج المجـروش إلى القـرون فـى العبـوات)، فـإن حـرارة التخزيـن يجـب ألاّ ترتفـع أبــدًا عـن ١°م وإلاّ تعرضـت القـرون للإصابــة بالأعفان.

ويتم فى الولايات المتحدة تدريج البسلة الخضراء إلى سبع رتب حسـب حجـم البـذور كما هو مبين فى جدول (٤-٣)، كما يتم فى المملكـة المتحـدة تدريـج البسـلة إلى الرتـب الخمس التى سبق بيانها فى جدول (٤-١) على أساس قراءة التندروميـتر. وعلـى الرغـم من وجود علاقة مؤكدة بين حجم البذور وقراءة جهاز التندروميتر فـى الصنـف الواحـد،

إلاّ أن هذه العلاقة لا وجود لها لدى مقارنة أصناف مختلفة من البسلة كما هو مبين في جدول (٤-٤). هذا .. ويمكن الإطلاع على الرتب القياسية الدولية للبسلة ومواصفاتها في Org. Econ. Co-op. Dev. (١٩٧٦).

جدول (٤-٣): قطر البذور في الرتب المختلفة من البسلة (Shoemaker ١٩٥٣).

الرتبة	قطر البذرة ($\frac{١}{٣٢}$ من البوصة)
١	< ٩,٠
٢	٩,٠ إلى < ١٠,٠
٣	١٠,٠ إلى < ١١,٠
٤	١١,٠ إلى < ١٢,٠
٥	١٢,٠ إلى < ١٣,٠
٦	١٣,٠ إلى < ١٤,٠
٧	١٤,٠ فاكثر

جدول (٤-٤): العلاقة بين قراءة التندروميتر، وحجم البذرة في عدد من أصناف البسلة (Arthey ١٩٧٥)

الصنف	قراءة التندروميتر	متوسط حجم البذرة [أ]
ميزار Myzar	١٠٠	٦,٠
	١٢٠	٨,٠
سباركل Sparkle	١٠٠	٦,٠
	١٢٠	٨,٠
سبايت Spite	١٠٠	٥,٠
	١٢٠	٧,٠
دارت Dart	١٠٠	٢,٠
	١٢٠	٣,٥
سربرايز Surprise	١٠٠	٤,٠
	١٢٠	٤,٥
دارك سكندبرفكشن Dark Skinned Perfection	١٠٠	٦,٥
	١٢٠	٨,٠
بوجت Puget	١٠٠	٤,٠
	١٢٠	٥,٥

(أ) متوسط حجم البذور على مقياس من صفر (= بذور صغيرة جدًا) إلى ٩ (= بذور كبيرة جدًا).

التخزين

تفقد بذور البسلة الخضراء جزءًا كبيرًا من محتواها من السكر إن لم تخزن سريعًا في درجة حرارة منخفضة. وأفضل ظروف للتخزين هي الصفر المئوي مع رطوبة نسبية من ٩٠–٩٥٪. تحتفظ البذور بجودتها تحت هذه الظروف لمدة ٧–١٤ يومًا، وتزداد مدة التخزين نحو سبعة أيام أخرى إذا خلطت القرون مع الثلج المجروش أثناء التخزين. ويفضل دائمًا تخزين قرون البسلة كاملة؛ أى بدون تقشير (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨). وتخزن قرون البسلة السكرية في نفس الظروف.

وقد أمكن تخزين قرون البسلة السكرية المتقصفة صنف مانوا شوجر Manoa Sugar على ١٠°م لمدة ١٤ يومًا في الهواء العادى دون أن تحدث تغيرات تذكر في خصائص الجودة التي تم قياسها (التغيرات في المظهر العام، والوزن، وتركيز الكلوروفيل، ونسبة السكريات الكلية، ونسبة المواد غير الذائبة، ونسبة البروتين الذائب)، ولكن المظهر العام كان أفضل في الهواء المتحكم في مكوناته (٢,٤٪ أكسجين + ٢,٦٪ ثاني أكسيد كربون) مقارنة بالتخزين في الهواء العادى، بينما ظهر الفرق واضحًا عندما استمر التخزين تحت هذه الظروف لمدة ٢١ يومًا، حيث كان مظهر البسلة المخزنة في الهواء المتحكم في مكوناته أفضل عما في حالة التخزين في الهواء العادى، واستمر مستوى الكلوروفيل والسكريات الذائبة عاليًا بينما انخفض تركيز المواد الصلبة غير القابلة للذوبان. أما عندما كان التخزين في ١°م، فقد احتفظت القرون بجودتها سواء أكان التخزين في الهواء العادى، أم في الهواء المتحكم في مكوناته (Ontai وآخرون ١٩٩٢).

التصدير

يمتد موسم تصدير البسلة بنوعيها – الخضراء العادية والسكرية – من أكتوبر إلى أبريل. وللإطلاع على شروط تصدير البسلة العادية إلى السوق الأوروبية .. يراجع MAFA (١٩٩٨).



الفصل الخامس

أمراض وآفات البسلة ومكافحتها

نتناول في هذا الفصل موضوع أمراض وآفات البسلة وطرق مكافحتها بشئ من التفصيل، علمًا بأن موضوع أمراض البسلة ومكافحتها قد أصدرت فيه الجمعية الأمريكية لأمراض النبات كتابًا (Hagerdoron ١٩٨٤) مزودًا بعديد من الصور الملونة.

الأمراض التى تصيب البسلة فى مصر

يذكر Ziedan (١٩٨٠) أن البسلة تصاب في مصر بالأمراض التالية:

المرض	المسبب
لفحة أسكوكيتا	*Ascochyta pisi & A. pinodella*
*البياض الزغبى	*Perenospora pisi*
عفن الجذور الفيوزارى	*Fusarium solani* f. sp. *pisi*
الذبول الفيوزارى	*F. oxysporum* f. sp. *pisi*
البياض الدقيقى	*Erysiphe polygoni*
البثيم (عفن البذور وسقوط البادرات)	*Pythium* spp.
عفن الجذور الرايزكتونى	*Rhizoctonia solani*
الصدأ	*Uromyces fabae*
النيماتودا المتحوصلة	*Heterodera* spp.
نيماتودا التقرح	*Pratylenchulus* spp.
نيماتودا تعقد الجذور	*Meloidogyne* spp.
فيرس التفاف أوراق البسلة	Pea leaf roll virus
فيرس تبرقش البسلة	Pea mosaic virus

الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور

تصاب البسلة بعدد كبير من الأمراض التى تنتقل مسبباتها عن طريق البذور، وهى

التى يجب العمل على مكافحتها، والحد من انتشارها، والتخلص من النباتات المصابة بها. وفيما يلى قائمة بهذه الأمراض ومسبباتها (عن George ١٩٨٥).

المرض		المسبب
لفحة أسكوكيتا	Ascochyta blight	*Ascochyta pisi*
العفن الرمادى	Grey mould	*Botrytis cinerea*
العفن الأبيض	White mould	*Cladosporium cladosporiodes* f. sp. *pisicola*
الأنثراكنوز	Anthracnose	*Colletotrichum pisi*
البياض الدقيقى	Powdery mildew	*Erysiphe pisi*
الذبول الفيوزارى	Fusarium wilt	*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*
عفن قاعدة الساق	Foot rot	*Mycosphaerella pinodes*
البياض الزغبى	Downy mildew	*Perenospora viciae*
عفن الرقبة	Collar rot	*Phoma medicaginis* var. *pinodella*
عفن قاعدة الساق	Foot rot	*Pleospora herbarum*
الذبول الطرى	Damping-off, Stem rot	*Rhizoctonia solani*
عفن الساق	Stem rot	*Sclerotinia sclerotiorum*
تلطخ سبتوريا	Leaf blotch, Septoria blotch	*Septoria pisi*
اللفحة البكتيرية	Bacterial blight	*Pseudomonas phaseolicola*
اللفحة البكتيرية	Bacterial blight	*Pseudomonas pisi*
البقعة الأرجونية	Purple spot	*Xanthomonas tumfacines*
فيروسات	Pea enation	
	Pea mild mosaic	
	Pea mosaic virus	
	Pea seed-borne mosaic virus	

عفن البذور والذبول الطرى (سقوط البادرات)

المسببات

يسبب مرض عفن البذور وسقوط البادرات damping-off فى البسلة فطرين رئيسيين، هما: *Rhizoctonia solani*، و *Pythium* spp.، علمًا بأن الفطر *R. solani* أكثر ضراوة فى إصابة البذور عن الفطر *Pythium* spp. (Xi وآخرون ١٩٩٥). ومن أهم

الأنـواع التابعـة للجنـس *Pythium*: *P. ultimum*، و *P. debaryanum*، و *P. aphanidermatum*. يترتب على إصابة وعفن البـذور ظـهور المرض الـذى يعـرف باسـم الذبول الطرى السابق للإنبات pre-emergence damping-off؛ بينما يترتب على إصابـة البادرات الصغيرة ظهور مرض الذبول الطرى التالى للإنبات post-emergence damping-off.

الأعراض

تصاب ساق النبات عند سطح التربة أو أسفل منـه بقليـل، ثـم ينتشـر الفطـر لأعلـى ولأسـفل فى السـاق محدثًا عفنًا بنى اللون. وتؤدى الإصابة إلى نقـص سمـك السـاق فـى هذه المنطقة، ثم ذبـول النبات وموته. وقد تصاب البذور أثنـاء الإنبـات؛ ممـا يـؤدى إلى عدم ظهور البادرات على سطح التربة.

يمكن للأكياس الاسبورنجية sporangia للفطر بثيم الإنبـات فـى خـلال ٩٠ دقيقـة، وإصابة قصرة البذرة فى خلال ١٠ ساعات، وإصابـة الجنـين فـى خـلال يـوم واحـد إلى يومين من بدء ملامسة البذور للفطر (Lifshitz وآخرون ١٩٨٦).

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى التربة لفترة طويلة، وتشكل جراثيمه البيضيـة وسـيلة فعالـة لمقاومـة الظروف غير المناسـبة. وتسـاعد الرطوبة العالية الفطر علـى معيشـته رميًـا بـها. وتحـدث الإصابة فى مدى واسع من درجات الحرارة، ولكن تناسـبها الحرارة المنخفضـة، وتـزداد بزيادة الرطوبة الأرضية.

المكافحة

من أهم وسائل مكافحة الذبول الطرى، ما يلى:

١ – عدم الإفراط فى الرى.

٢ – معاملة البذور قبل الزراعة:

يكافح المرض بمعاملة البذور قبل الزراعة مباشرة بـأى مـن المـواد التاليـة: فيتافـاكس ٣٠٠ (فيتافاكس–كابتـان)، أو بنـليت ٥٠٪، أو مـونسـرين بمعـدل ١ جـم/كجـم بـذرة،

أو تكتو ٦٠/٢٠ بمعدل ٢ جم/كجم بذرة، أو دياثين ٥٠/٥٠ بمعدل ٣ جم/كجم بذرة، أو تراكوت (٢٠٥) بمعدل ٣ مل/كجم بذرة.

وتتم كذلك مكافحة الذبول الطرى فى البسلة بمعاملة البذور بأى من المبيدات التالية:

المبيد	المادة الفعّالة
Aliette Extra	captan + fosetyl aluminium + thiabendazole
Mil-Col 30	drazoxolon
Apron Combi 453 FS	metalaxyl + thiabendazole + thiram
HY-TL, Ascot 480 FS	thiabendazole + thiram
Tripomol 80	thiram
Rizolex-T 50 WP	tolclofos-methyl + thiram

٣ – المكافحة البيولوجية:

أ – المكافحة بالميكوريزا:

يكافح الذبول الطرى بيولوجيًا بواسطة معاملة البذور بالميكوريزا *Trichoderma* spp.، التى تعطى مكافحة جيدة لكل من الفطرين *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani*. وعلى الرغم من أن إنبات الجراثيم الكونيدية للميكوريزا يستغرق أكثر من ١٠–١٤ ساعة فى حرارة ٢٦ °م، إلا أنها تقضى على فطر البيثم بما تفرزه من سموم تصل إلى الفطر وتقتل هيفاته قبل أن يتلامسا معًا. أما مكافحة الميكوريزا لفطر الرايزكتونيا فتتم من خلال التطفل بعد أن تفرز الميكوريزا إنزيمات تحلل الجدر الخلوية للفطر.

ويمكن مكافحة الفطر *R. solani* – كذلك – عن طرق معاملة التربة بالميكوريزا *Trichoderma* spp. (Lifshitz وآخرون ١٩٨٦).

ب – المكافحة بالبكتيريا:

أمكن مكافحة الذبول الطرى الذى يسببه الفطر *P. ultimum* بنسبة ٢٣–٧٠٪ بمعاملة البذور بأى من نوعى البكتيريا *Pseudomonas cepacia* (السلالة AMMD)، أو *P. fluorescens* (السلالة PRA25) (Parke ١٩٩١، و Bowers & Parke ١٩٩٣، و King & Parke ١٩٩٣).

كذلك أفادت المعاملة بأى من هاتين السلالتين البكتيريتين فى مكافحة الفطرين *R. solani*، و *P. ultimum* لدى إضافتهما إلى التربة مع البيت موس، حيث أدت المعاملة إلى زيادة محصول البسلة بنسبة ١٧٪ عندما كان مستوى تواجد الفطرين فى التربة شديدًا، وبنسبة ١٢٠٪ عندما كان تواجدهما معتدلاً. وقد أمكن خلط بكتيريا الرايزوبيم المثبتة لآزوت الهواء الجوى مع بكتيريا الزيدوموناذز دون أن يؤثر ذلك على مستوى المكافحة البيولوجية التى وفرتها سلالتا البكتيريا (Xi وآخرون ١٩٩٦).

وقد تمكن Ellis وآخرون (١٩٩٩) من إنتاج طفرات من العزلة 54/96 من *P. fluorescens* كانت أكثر قدرة على مكافحة الفطر *P. ultimum* إما من خلال تثبيط تجرثم الفطر، وإما عن طريق إضعاف نمو الغزل الفطرى.

وتمت مكافحة الفطر *R. solani* فى البسلة بشكل جيد بمعاملة التربة بالبكتيريا *Bacillus subtilis*. وقد كانت المعاملة المصاحبة للزراعة قوية التأثير، واستمر تأثيرها – بدرجة أقل – عندما زرعت البسلة بعد ١٦ شهرًا من إضافة البكتيريا إلى التربة. وتزداد فاعلية البكتيريا فى الحرارة العالية مع توفر الرطوبة الأرضية (Bochow & Gantcheva ١٩٩٥).

البياض الزغبى

يسبب الفطر *Peronospora viciae* f. sp. *pisi* مرض البياض الزغبى downy mildew فى البسلة.

الأعراض

تكون إصابة البادرات جهازية، وعلى نباتات متفرقة فى الحقل، وتبدو البادرات المصابة متقزمة، ومصفرة، ومغطاة بأعداد كبيرة من جراثيم الفطر. ولهذا السبب .. يعتقد الكثيرون أن هذه الإصابات تكون نتيجة لزراعة بذور حاملة للفطر. تموت هذه البادرات بسرعة، ولكنها تعمل أولاً كمراكز لنشر الإصابة فى الحقل. أما البادرات التى تتعرض لإصابة ثانوية بالفطر .. فإنها تتحمل فترة طويلة قبل أن تموت.

ينتشر الفطر على النموات الخضرية، وتظهر الإصابة على صورة بثرات واضحة

ومحددة على السطح السفلى للأوراق. تكون البثرات ذات لون أبيض ضارب إلى الزرقة، ويتراوح طولها من ٠,٥-٣ سم، وتحد غالبًا بعروق الورقة. وتقابلها على السطح العلوى للورقة مناطق صفراء، تتحول بعد ذلك إلى اللون البنى. وقد تظهر الإصابة على الساق، وعنق الورقة، والمحاليق، والأزهار، والقرون فى الحالات الشديدة. وتتشوه القرون المصابة، وتأخذ المناطق المصابة لونًا بنيًا، كما يمكن رؤية ميسيليوم الفطر بداخل القرن مقابل البقع الخارجية. كذلك يمكن بالفحص المجهرى رؤية ميسيليوم الفطر وجراثيمه البيضية فى قصرة البذرة المصابة.

الظروف المناسبة للإصابة

يعتقد أن الإصابة تبدأ من البذور الحاملة للفطر كما سبق بيانه. ويعيش الفطر على صورة جراثيم بيضية فى بقايا النباتات فى التربة. وتنتشر الإصابة أساسًا بواسطة الجراثيم الاسبورانجية التى ينتجها الفطر بأعداد هائلة ولفترة طويلة، وتنبت هذه الجراثيم فى مدى حرارى يتراوح بين ١ و ٢٤°م، ولكن المدى المثالى يتراوح بين ٤ و ٨°م. وتعتبر الرطوبة النسبية العالية ضرورية لبدء الإصابة، وتعد الأمطار أهم وسيلة لنشرها.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة وهى كثيرة، مثل: آريز Aries، وآجاكس Ajax، وسبرايت Sprite، وسوبريما Suprema.

وتتوفر أصناف من البسلة ذات مقاومة رأسية ضد سلالات معينة من الفطر، وأصناف أخرى ذات مقاومة أفقية (جزئية وغير متخصصة) تكون ضد جميع سلالات الفطر (Stegmark ١٩٩٤).

٢ – تفيد معاملات البذور لمكافحة الذبول الطرى فى التخلص – كذلك – من التلوث السطحى بالفطر المسبب للبياض الزغبى، وتوفر حماية للنباتات من الإصابة بالمرض فى بداية موسم النمو.

٣ – الرش الدورى بالدياثين م ٤٥ مع الكبريت الميكرونى، بمعدل ١ كجم لأى منهما

للفدان في ٤٠٠–٦٠٠ لتر ماء. يبدأ الرش في أواخر شهر يناير، ويلزم ٤ رشات بين كل رشة وأخرى أسبوعان. وتعتبر هذه المعاملة علاجًا مشتركًا للبياض الزغبي، والبياض الدقيقي، والصدأ.

وتتم كذلك مكافحة البياض الزغبي في البسلة بالرش الدوري بأي من المبيدات التالية:

المبيد		المادة الفعّالة
(البسلة)	Bravocarb	carbendazim + chlorothalonil
(البسلة)	Bravo 500	chlorothalonil
(الفاصوليا)	Folio 575 FW	chlorothalonil + metalaxyl
(البسلة والفاصوليا)	Aliette	fosetyl-aluminium
(الفاصوليا)	Fubol 58 WP	mancozeb + metalaxyl

كذلك يفيد في المكافحة الجهازية للبياض الزغبي كلا من الداى كلوفلوّانيد dichlofluanid (كما في الإيوبارين Euparin 50 WP)، والزايلانين xylanine، بينما يفيد أوكسي كلوريد النحاس cupper-oxychloride (كما في الكوبرافت Cupravit 50 WP) في المكافحة الموضعية للمرض.

البياض الدقيقي

يسبب الفطر *Erysiphe pisi* مرض البياض الدقيقي powdery mildew في البسلة، وهو يصيب عددًا كبيرًا من البقوليات الأخرى، منها العدس.

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة على صورة نمو فطري – ذي لون أبيض ضارب إلى الرمادي – في مناطق محددة على السطح العلوي للورقة، وسرعان ما تزداد هذه البقع في المساحة لتتصل ببعضها وتغطي سطح الورقة كلية (شكل ٥–١، يوجد في آخر الكتاب)، ويعقب ذلك اصفرار الورقة وتحللها. وتظهر الأجسام الثمرية للفطر (الـ perithecia) كنقط سوداء صغيرة على الأنسجة المصابة. ويرسل الفطر ممصاته إلى خلايا

البشرة لامتصاص الغذاء، بينما ينتج غزل الفطر السطحى النمو سلاسل من جراثيم كونيدية على حوامل جرثومية.

ومع تقدم المرض .. تصاب السيقان والقرون ويموت النبات. وتؤدى إصابة القرون إلى تلون البذور باللون الرمادى أو البنى، وتظهر بقع بنية صغيرة على القرون.

الظروف المناسبة للإصابة

تنتقل الإصابة بواسطة البذور الحاملة للفطر. وتنتشر جراثيم الفطر بواسطة تيارات الهواء. ويناسب الإصابة الجو الجاف والحرارة المرتفعة نهارًا لفترة طويلة، مع انخفاضها ليلاً إلى القدر الذى يسمح بتكثف الندى على النباتات.

المكافحة

يكافح مرض البياض الدقيقى فى البسلة بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى كثيرة نسبيًا.

٢ – الوسائل الزراعية، مثل:

أ – قلب بقايا النباتات فى التربة سريعًا بعد الحصاد للتخلص من جراثيم الفطر.

ب – اتباع دورة زراعية مناسبة للحد من الإصابة.

جـ – الرى بالرش الذى يقلل من انتشار المرض؛ لأن الماء الحر يقلل تكوين الجراثيم (Gubler وآخرون ١٩٨٦).

٣ – المعاملة ببدائل المبيدات، والتى منها:

أ – الكبريت .. والتحضيرات التجارية كثيرة، ومنها كومولوس إس، الذى يحتوى على كبريت ميكرونى ويستعمل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

ب – المستخلصات النباتية:

أمكن خفض شدة الإصابة بالبياض الدقيقى فى البسلة بأى من التحضيرين أجوين ajoene وهو مستخلص من الثوم، ونيمازال neemazal وهو مستخلص من النيم *Azadirachta indica*. وقد تراوحت التركيزات المستعملة بين ١٠٠–٧٥٠، و ٥٠–٢٥٠ جزء فى المليون للمركبين على التوالى (Prithiviraj وآخرون ١٩٩٨).

جـ - حامض السلسليك:

أحدثت معاملة البسلة بحامض السلسليك salicylic acid -رشًا علـى الأوراق بتركيز ١,٥ مللى مولار - أحدثت مقاومة جهازية ضد فطر البياض الدقيقى دامت ١٣ يومًا بعد المعاملة، وظهرت على كل من الأوراق الأعلى والأوراق الأسفل من الأوراق المعاملة، علمًا بأن هذا التركيز من الحامض لم يُحدث أى ضرر بنباتات البسلة. وأدى قطع الأوراق المعاملة بعد يوم واحد من المعاملة إلى منع ظهور المقاومة الجهازية بصورة تامة (Frey & Carver ١٩٩٨).

٤ - المعاملة بالمبيدات:

من المبيدات التى تفيد فى مكافحة البياض الدقيقى:

دورادو ٢٠٠، وهو يحتوى على المادة الفعالة بيريفنوكس، ويستعمل بمعدل ١٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

سومى إيت ٥٪ EC، وهو يحتوى على المادة الفعالة Diniconazole.

سكور، وهو يحتوى على المادة الفعّالة دايفنكونازول، ويستعمل بمعدل ٣٠-٥٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

التوبسن M، ويستعمل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

الصدأ

المسببات

يسبب الصدأ فى البسلة الفطرين *Uromyces viciae-fabae* (الذى يصيب كذلك الفاصوليا والفول الرومى)، و *Uromyces pisi* (الذى يصيب البسلة).

الأعراض

تزداد شدة الإصابة غالبًا فى نهاية الموسم، حيث تُرى بثرات الصدأ الصغيرة ذات اللون البنى الضارب إلى الحمرة، وهى محاطة بهالة صفراء اللون. تتناثر هذه البثرات على سطح الأوراق (شكل ٥-٢، يوجد فى آخر الكتاب).

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر من موسم لآخر فى الأنسجة النباتية الحية على صورة جراثيم يوريدية Uredospores. ينتشر المرض فى الجو الرطب (عن Parry ١٩٩٠).

وتزداد شدة الإصابة بالمرض فى حرارة ٢٠°م، وعند ابتلال النموات الخضرية لمدة ٢٤ ساعة (Chauhan & Singh ١٩٩٤).

المكافحة

يكافح المرض بالتخلص من النباتات التى تنمو دون زراعة Volunteer plants (من بذور سقطت على الأرض من محصول سابق)، والتخلص من البقايا النباتية المصابة.

وتوصى وزارة الزراعة والإصلاح الزراعى (١٩٩٧) بمكافحة صدأ البسلة باستعمال بدائل المبيدات والمبيدات التالية:

سوريل زراعى (سمارك) ٩٨٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم/فدان.

سوريل زراعى (شيخ) ٩٨٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم/فدان.

كبريت زراعى النصر ٩٩٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٥ كجم/فدان.

شامة ٩٩,٥٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم/فدان.

كبريدست ٩٩,٨٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم/فدان.

بلانتافاكس ٢٠٪ مستحلب بمعدل ١٠٠ مل (سم^3)/ ١٠٠ لتر ماء.

سابرول ١٩٪ مستحلب ١٥٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

سومى أيت ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٣٥ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

سوريل ميكرونى (سمارك) ٧٠٪ مسحوق قابل لبلل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

ثيوفيت ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

سولفكس اكسيل ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

ومن المبيدات الأخرى التى تستعمل فى مكافحة الصدأ، ما يلى:

كوربل Corbel، ويحتوى على fenpropimorph.

سكور Score، ويحتوى على دايفنكونازول، ويستعمل بمعدل ٣٠-٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

لفحة أسكوكيتا

المسببات

يطلق اسم لفحة أسكوكيتا Ascochyta Blight على مرض مركب من ثلاثة أمراض يسببها ثلاثة فطريات هى كما يلى:

١ - لفحة ميكوسفيرللا Mycosphaerella Blight، ويسببها الفطر *Mycosphaerella pinodes* (=*Dedymella pinodes*)، وهى أكثرها انتشارًا.

٢ - تبقعات أسكوكيتا الورقية والثمرية Ascochyta Leaf and Pod Spot، ويسببها الفطر *Ascochyta pisi* (=*A. pisicola*).

٣ - عفن أسكوكتيا الجذع والجذر Ascochyta foot and root rot، ويسببه الفطر *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (= *A. pinodella*).

وجميع هذه الفطريات تنتقل عن طريق البذور.

الأعراض

تظهر أعراض اللفحة بالأوراق على صورة مناطق أرجوانية اللون قد تبقى صغيرة بقطر ٠,٥ سم، أو تزيد مساحتها ويتغير لونها إلى الأسود أو البنى، وقد تظهر بها حلقات مركزية (شكل ٥-٣، يوجد فى آخر الكتاب).

تنتشر الإصابة من الورقة إلى عنق الورقة، ثم إلى الساق وتؤدى إلى تحليقه. وقد تحدث الإصابة على بتلات الأزهار وتؤدى إلى سقوطها، كما تحدث على القرون وتؤدى إلى تشوهها وتبقعها (شكل ٥-٤، يوجد فى آخر الكتاب) وإصابة البذور. وتتميز البذور المصابة بظهور بقع غير منتظمة الشكل ذات لون بنى قاتم على سطحها.

وتؤدى إصابات البذور إلى ضعف إنباتها وإلى إصابة البادرات النابتة بعفن فى قاعدة الساق (Moussart وآخرون ١٩٩٨).

وتظهر تبقعات أسكوكيتا الورقية والثمرية على صورة بقع بنية فاتحة ذات حواف قاتمة ومركز شاحب. وتحدث الإصابة الأولية على أوراق النباتات التى تنبت من بذور مصابة. ويمكن أن يسبب الفطر ذبولاً طريًا للبادرات قبل الإنبات وبعده، كما يؤدى إلى تقزم البادرات.

وتتشابه أعراض الإصابة بعفن أسكوكيتا الجذع والجذر مع أعراض لفحة أسكوكيتا على كل من الساق والأوراق، ولكن يتميز المرض الأول بعفن الجذع (قاعدة ساق النبات).

الظروف المناسبة للإصابة

١ – لفحة ميكوسفيرللا:

تعد إصابات البذور العالية سببًا رئيسيًّا لانتشار الإصابة فى الحقول التجارية (Michail وآخرون ١٩٩٨)، وتنتقل الإصابة من البذور المصابة إلى البادرات عند منطقة اتصال الفلقات. وقد تموت البادرات المصابة قبل أن تظهر فوق سطح التربة.

يعيش الفطر على النباتات فى التربة على صورة جراثيم كلاميدية واسكليروشيا.

تزداد قابلية النباتات للإصابة مع تقدمها فى النمو واقترابها من النضج.

يؤدى تعرض النباتات لظروف الغدق بعد إصابتها بالفطر *M. pinodes* إلى زيادة شدة الإصابة بالمرض (McDonald & Dean ١٩٩٦).

ينقل رذاذ الماء والمطر الجراثيم الكونيدية للفطر، كما تنتشر جراثيمه الزقية بواسطة تيارات الهواء.

يلزم لتكاثر الفطر وانتشار الإصابة حرارة تتراوح بين ٢٠ و ٢٤°م، بينما تناسب إصابة البادرات حرارة مقدارها ١٥°م (Chen & Huang ١٩٩٤، و Corbiere وآخرون ١٩٩٤).

وقد وجد Roger وآخرون (١٩٩٩) أن شدة الإصابة بالفطر *M. pinodes* تزداد بارتفاع

درجة الحرارة من ٥ إلى ٢٠°م، ثم تنخفض بزيادة إرتفاعها من ٢٠ حتى ٣٠°م. ومن الضرورى لحدوث الإصابة أن يكون النمو الخضرى مبتلاً، وتكون فترة ابتلال النمو الخضرى التى تلزم لحدوث الإصابة فى غير درجة الحرارة المثلى أطول عما يكون عليه الحال فى درجة الحرارة المثلى.

٢ - تبقعات أسكوكيتا الورقية والثمرية:

يساعد المطر على انتشار الجراثيم الكونيدية. ويعيش الفطر على بقايا النباتات فى التربة، ولكنه نادرًا ما يكون جراثيم كلاميدية. وتتراوح أفضل حرارة لحدوث الإصابة بين ٢٠، و ٢٤°م.

٣ - عفن أسكوكيتا الجذع والجذر:

ينتقل الفطر بواسطة البذور المصابة، وتنتشر الجراثيم الكونيدية بواسطة رذاذ الأمطار. وتبلغ أفضل حرارة لحدوث الإصابة حوالى ٢٠°م، ولكنها تحدث أيضًا فى مدى حرارى يتراوح بين ٥، و ٣٥°م.

المكافحة

تكافح هذه الأمراض الثلاثة بمراعاة ما يلى:

١ - التخلص من البقايا النباتية المصابة.

٢ - زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر المقاومة للفطر *M. pinodes* فى الصنف رادلى Radley، وبدرجة أقل فى عدد من السلالات غير المحسنة (Kraft وآخرون ١٩٩٨)، ومازال إنتاج الأصناف المقاومة بطيئًا بسبب كثرة السلالات الفسيولوجية للفطر المسبب للمرض.

وتختلف أصناف البسلة فى مدى قدرة نباتاتها على تحمل الإصابة باللفحة، حيث تتباين فى مدى النقص الذى يحدث فى محصولها عند إصابتها بالمرض بنفس الدرجة من الشدة (Bretag وآخرون ١٩٩٥).

٣ - معاملة البذور بالمبيدات:

تنقع البذور فى معلق الثيرام بتركيز ٠,٢٪ لمدة ٢٤-٣٠ ساعة، وقد يخلط البينوميل

مع الثيرام (Dixon ١٩٨١). أو تعامل البذور بمادة بنليت/ثيرام، بمعدل ١ جم/كجم بذرة، ويضاف المبيد إلى البذور بعد تنديتها بقليل من الماء.

٤ – معاملة البذور ببدائل المبيدات:

من بين بدائل المبيدات الموصى بها لمكافحة الانتقال البذرى للمرض معاملة البذور بأى من بلانت جارد (٣ × ١٠^٧ جرثومة/مل) بمعدل ١٠ مل (سم^٣)/لتر ماء، أو بروموت (٥ × ١٠^٧ جرثومة/مل) بمعدل ١٠ جم/لتر. تعامل البذور بالنقع لمدة ١٢ ساعة قبل الزراعة مباشرة (وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٩٧).

٥ – الرش بالمبيدات:

ترش النباتات لوقايتها من إصابة النموات الخضرية بالدياثين م ٤٥، بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو داكونيل ٢٧٨٧، أو تراى ميلتوكس فورت، بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو برافو ٥٠٠، بمعدل ٢٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو الحارس إس بمعدل ٢٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء بعد حوالى شهر من الزراعة، ويكرر الرش ٤–٥ مرات على فترة أسبوعين بين الرشة والأخرى. وإذا ظهرت الإصابة .. ترش النباتات بالبنليت ٥٠٪، بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو تكتو ٤٥٪ معلق، بمعدل ١٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء، مع تكرار العلاج كل أسبوعين ٤–٥ مرات (وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

ويعد المبيد الفطرى كلوروثالونيل chlorothalonil أكثر المبيدات استعمالاً فى الوقاية من الإصابة بالفطر *M. pinodes* (Gilet & Durand ١٩٩٦).

ويعطى المبيدان الفطريان كلوروثالونيل chlorothalonil، والبينوميل benomyl أفضل مكافحة للفحة أسكوكيتا. وقد أدى الرش بالكلوروثالونيل ثلاث مرات على مدى ٢٠ يومًا (أى الرش كل ١٠ أيام) إلى زيادة محصول البسلة – بسبب مكافحة المرض – بنسبة ٣٣٪ (Warkentin وآخرون ١٩٩٦).

كذلك يفيد فى مكافحة لفحة أسكوكيتا الرش بأى من المبيدات التالية:

سكور، وهو يحتوى على المادة الفعّالة دايفنكونازول، ويستعمل بمعدل ٣٠–٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

تكتو، وهو يحتوى على المادة الفعَّالة ثيابندازول thiabendazole، ويستعمل بمعدل ١٥٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

كوبكس، وهو يحتوى على أوكسى كلورور النحاس، ويستعمل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

ومن الأهمية بمكان إجراء المكافحة مبكرًا خلال موسم النمو لمنع الإصابات المبكرة بالفطر، وهى التى يكون لها أكبر تأثير سلبى على المحصول (Xue وآخرون ١٩٩٧).

ومن بين المعاملات الأخرى بالمبيدات الموصى بها لمكافحة لفحة أسكوكيتا، ما يلى (عن Parry ١٩٩٠):

المعاملة	المبيد	المادة الفعَّالة
البذور	**Benlate**	**benomyl**
البذور	**Aliette Extra**	**captan + fosetyl-aluminium + thiabendazole**
الرش	**Bravocarb**	**carbendazim + chlorothalonil**
الرش	**Bravo 500**	**chlorothalonil**
البذور	**Apron Combi 453 FS**	**metalaxyl + thiabendazole + thiram**
البذور	**HY-TL**	**thiabendezole + thiram**

عفن أفانوميسس الجذرى

يسبب الفطر *Aphanomyces euteiches* مرض عفن أفانوميسس الجذرى Aphanomyces Root Rot فى البسلة.

كذلك يصيب الفطر كلا من البرسيم الحجازى، والفاصوليا، والفول (عن Rao وآخرين ١٩٩٥)، وبسلة الزهور، واللوبيا، والطماطم، ولكنه ليس خطيرًا على أى منها (Walker ١٩٥٧).

الأعراض

تصاب الجذور من خلال نسيج القشرة وقاعدة الساق، وتحدث الإصابة فى أى مرحلة من النمو النباتى. تظهر الأعراض بعد ٣-٤ أيام، حيث تبدو أنسجة القشرة

والسويقة الجنينية العليا مائية المظهر، وتظهر بها بقع، يتباين لونها من الرمادى إلى الأسود. ومع تقدم الإصابة .. تموت الجذور الليفية. وتكون المناطق المائية صفراء شاحبة فى البداية، ثم تصبح الأنسجة طرية ورمادية إلى سوداء اللون ومتحللة. وقد يمتد العفن لمسافة ٢-٥ سم على الساق فوق سطح التربة فى الجو الرطب (شكل ٥-٥، يوجد فى آخر الكتاب)، وتصفر الأوراق السفلى للنبات.

وتختلف حدة الأعراض على النموات الخضرية حسب مرحلة النمو التى تحدث عندها الإصابة .. فتؤدى إصابة النباتات الصغيرة إلى احتمال تعرضها للذبول المفاجئ. وإذا أصيبت النباتات – وهى كبيرة – فقد لا تتعدى الأعراض عدم امتلاء القرون جيدًا، ونقص المحصول. ولكن تكون النباتات عادة متقزمة وضعيفة النمو.

وتعتبر سهولة انفصال الأسطوانة الوعائية عن نسيج القشرة – عند جذب النبات من التربة – من أهم العلامات المميزة للمرض، وذلك لأن الفطر لا يمكنه اختراق نسيج البشرة الداخلية.

الظروف المناسبة للإصابة

يمكن للفطر المسبب للمرض أن يعيش فى التربة لمدة ١٠ سنوات فى غياب العائل، ويكون ذلك بواسطة الجراثيم البيضية. وينتقل الفطر من حقل لآخر مع أى وسيلة يتم بها انتقال التربة، مثل: ماء الرى، والرياح التى تثير الأتربة، والطرق الميكانيكية.

ويكثر انتشار المرض فى الأراضى الرطبة عند ارتفاع الحرارة إلى ٢٢-٢٨°م.

المكافحة

على الرغم من عدم وجود وسيلة فعّالة لمكافحة المرض، إلا أنه يمكن الحد من خطورته بمراعاة ما يلى:

١ – الدورة الزراعية:

من الأهمية بمكان عدم الزراعة فى الحقول التى ظهر فيها المرض فى زراعات سابقة قبل مضى ٦ سنوات على أقل تقدير (عن Persson وآخرين ١٩٩٩)، كما تفيد زراعة الصليبيات فى الدورة.

٢ – الزراعة فى الأراضى المثبطة للمرض:

تعرف أراض مثبطة suppresive soils يمكن أن تزرع فيها البسلة لخمس سنوات متتالية دون أن يتأثر محصولها كثيرًا أو تزيد فيها شدة الإصابة بالمرض، بينما تعرف أراض أخرى تساعد على حدوث المرض conducive soil بسرعة فيها، وقد تبين أن الاختلافات بينها أساسها بيولوجى، حيث اختفت القدرة على تثبيط المرض فى الأراضى المثبطة لدى معاملتها بالحرارة، أو بالإشعاع، أو بعد تخزين عينات منها (Persson ١٩٩٨، و Persson وآخرون ١٩٩٩).

٣ – التسميد الجيد للنباتات، حيث يساعد ذلك على تحملها للإصابة.

٤ – زراعة الأصناف المقاومة متى توفرت.

تتوفر بعض سلالات البسلة المقاومة للمرض، ولكن لن يمكن الإعتماد على المقاومة الوراثية فى مكافحة المرض قبل مرور عدة سنوات؛ نظرًا لأنها لم تُدخل بعد (حتى عام ٢٠٠٠) فى أصناف تجارية، ولكثرة السلالات الفسيولوجية المعروفة من المسبب المرضى (Malvick & Percich ١٩٩٩).

٥ – المكافحة الحيوية:

أفادت معاملة البذور بالبكتيريا *Pseudomonas fluorescens* (السلالة PRA25) فى مكافحة الفطر *A. euteiches* f. sp. *pisi* (Parke ١٩٩١، و Bowers & Parke ١٩٩٣).

الذبول الفيوزارى

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* مرض الذبول الفيوزارى Fusarium wilt فى البسلة، وتعرف منه عدة سلالات.

الأعراض

تُصاب بادرات البسلة فى البداية عند موضع اتصالها بالفلقتين، وفى الجزء الموجود تحت التربة من السويقة الجنينية العليا، وفى الجزء العلوى من الجذر الوتدى.

وتؤدى الإصابة إلى اصفرار النمو الخضرى والتفاف حواف الأذينات والوريقات لأسفل، ثم تبدأ الأوراق السفلية للنبات فى الجفاف، وتتبعها الأوراق العلوية، وتموت

النباتات – فى النهاية – قبل أن تتكون الثمار، أو قبل أن تمتلئ الثمار جيدًا (شكل ٥–٦، يوجد فى آخر الكتاب). وقد لا يظهر الذبول إلاّ على جانب واحد من النبات.

ويتلون النسيج الوعائى بلون بنى إلى برتقالى أو أحمر قاتم، ويمتد التلون فى المجموع الجذرى. ويقتصر النمو الفطرى على نسيج الخشب .. بينما لا يحدث أى تحلل فى نسيج القشرة برغم أن إصابة النسيج الوعائى تبدأ من خلال القشرة. وينمو الفطر من الأوعية المصابة – بعد موت النبات – ويكون نسيجًا من الغزل الفطرى على سطح الساق، خاصة فى الجو الرطب.

وقد تظهر أعراض المرض ببطء؛ مما يسمح بتكون القرون وامتلائها جزئيًّا قبل ظهور أعراض الذبول؛ فيبدو المحصول سليمًا تمامًا، ثم يقضى عليه قبل الحصاد مباشرة. ويعرف المرض فى هذه الحالة باسم الذبول القريب near wilt. وتعتبر سلالة الفطر رقم ٢ المسئولة عن مرض الذبول القريب، بينما تسبب السلالة رقم ١، وعدد من السلالات الأخرى مرض الذبول.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى التربة لعدة سنوات، وقد يحمل عن طريق البذور. وينتشر المرض فى الجو الحار، خاصة مرض الذبول القريب الذى يزداد خطورة فى العروات المتأخرة، وفى الأصناف المتأخرة النضج.

وتزداد شدة الإصابة بالمرض فى الظروف التى تُضعف النمو الجذرى، مثل اندماج التربة، وارتفاع درجة الحرارة (Kraft ١٩٩٦).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢ – الزراعة فى الجو البارد.

٣ – زراعة الأصناف المقاومة:

تُعرف أربع سلالات من الفطر المسبب للمرض تأخذ الأرقام ١، و ٢ (المسببة لمرض

الذبول القريب)، و ٥، و ٦، وتتوفر المقاومة الوراثية لكل سلالة منها، ويتحكم فى المقاومة لكل منها جين واحد سائد مختلف (Kraft ١٩٩٤).

عفن الجذر الفيوزارى

يسبب الفطر *Fusarium solani* f. sp. *pisi* مرض عفن الجذر الفيوزارى فى البسلة.

تؤدى الإصابة إلى تحلل أنسجة القشرة فى الجذر والسويقة الجنينية السفلى، وتلونها باللون البنى فالأسود (شكل ٥-٧، يوجد فى آخر الكتاب)، ويصاحب ذلك اصفرار النموات الخضرية وتقزم النبات. وبرغم أن الحزم الوعائية قد تتلون فى الجذر بلون أحمر قان، إلا أن هذه الأعراض لا تمتد فوق سطح التربة كما فى حالة الذبول الفيوزاى.

يناسب الإصابة مدى حرارى يتراوح بين ٢٦ و ٢٨°م، وانضغاط التربة، ونقص خصوبتها، وغدقها (Tu ١٩٩٤). ويعيش الفطر فى التربة على صورة جراثيم كلاميدية.

لا توجد أى أصناف مقاومة، ويمكن التقليل من حدة الإصابة باتباع دورة زراعية خماسية مع التسميد الجيد.

عفن الجذر الرايزكتونى

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* مرض عفن الجذور الرايزكتونى Rhizoctonia root rot فى البسلة. وتبدأ الأعراض على الساق تحت سطح التربة وعلى الجذور، وتتلون الأنسجة المصابة باللون البنى إلى البنى الضارب إلى الحمرة، وتكون غائرة قليلاً.

عفن اسكليروشيم

يُسبب مرض عفن اسكيروشيم الفطر *Sclerotium sclerotiorum*، وهو يصيب قاعدة الساق والجذر محدثًا بهما عفنًا مائيًا طريًا. (يراجع المرض تحت أمراض الفاصوليا فى الفصل العاشر).

وأفاد رش نباتات البسلة خلال مرحلة نمو القرون بمعلق من البكتيريا *Bacillus*

cereus (السلالة alf-87A) فى مكافحة عفن القرون القاعدى والقمى الذى يسببه الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* (Huang وآخرون ١٩٩٣).

العفن الرمادى

يُسبب مرض العفن الرمادى grey mould الفطر *Botrytis cinerea*، وهو يصيب جميع الأنسجة النباتية المتقدمة فى العمر محدثًا بها عفنًا مائيًا طريًّا يُغطى بنمو رمادى كثيف من غزل الفطر (يراجع المرض تحت أمراض الفاصوليا فى الفصل العاشر).

اللفحة البكتيرية

تسبب البكتيريا *Pseudomonas pisi* مرض اللفحة البكتيرية bacterial blight فى البسلة. تصيب البكتيريا جميع الأجزاء النباتية فوق سطح التربة. وتنتقل البكتيريا عن طريق البذور (Roberts وآخرون ١٩٩٦)، وقد تموت البادرات الناتجة من زراعة بذور مصابة.

تظهر على النباتات الكبيرة المصابة بقع مائية على القرون (شكل ٥-٨، يوجد فى آخر الكتاب)، والسيقان، والأوراق (شكل ٥-٩، يوجد فى آخر الكتاب). وتزداد مساحة البقع فى الجو الرطب، وقد تتجمع إفرازات بيضاء إلى كريمية لزجة على سطحها.

تعيش البكتيريا على سطح الأوراق، وفى بقايا نباتات البسلة، كما تتواجد بأعداد أقل على سطح أوراق النباتات الأخرى والحشائش الموجودة فى حقول البسلة، أو فى الحقول المجاورة لها، أو التى تشترك معها فى الدورة (Grondeau وآخرون ١٩٩٦).

تنتشر البكتيريا مع ماء الرى والأمطار (Roberts ١٩٩٧)، وتبلغ أنسب درجة حرارة للإصابة حوالى ٢٨°م.

ويكافح المرض بزراعة بذور خالية من البكتيريا، واتباع دورة زراعية ثنائية (Chupp & Sherf ١٩٦٠).

الأمراض الفيروسية

تصاب البسلة بالفيروسات التالية:

فيرس تلون البسلة البنى المبكر Pea Early Browning Virus

ينقل هذا الفيرس عدة أنواع من نيماتودا تقصف الجذور من الجنسين: *Trichodorus*، و *Paratrichodorus*.

وتظهر أعراض الإصابة عادة بعد نحو شهرين من الزراعة على صورة مناطق متحللة ذات لون بني ضارب إلى الأرجواني على السيقان، وأعناق الأوراق، والأوراق. تبدأ الإصابة بتحلل الحزم الوعائية، ثم تنتشر في الأنسجة المجاورة، ويتبع ذلك ذبول موضعي، وتشوه وتقزم النباتات المصابة.

ويصيب الفيرس أيضًا كل من: البنجر، والخيار، والطماطم، والفاصوليا، والفول، ويكافح بمقاومة النيمياتودا الناقلة له.

فيرس الموزايك والنموات السطحية Pea Enation Mosaic Virus

ينتقل هذا الفيرس بواسطة عدة أنواع من المنّ، وتبقى الحشرة حاملة للفيرس لفترة طويلة بعد تغذيتها على النبات المصاب.

وتظهر الأعراض على صورة موزايك شديد، و "كرمشة"، وتجعد بالأوراق والأذينات. وتظهر على الأوراق المصابة بقع صفراء تتحول تدريجيًا إلى اللون الأبيض، ثم تنتشر على السطح العلوى للورقة بقع متحللة، تصاحبها نموات بارزة على السطح السفلى (proliferations أو enations)، وتلك من الأعراض المميزة لهذا الفيرس (شكل ٥-١٠، يوجد فى آخر الكتاب). وتكون القرون التى تعقد بعد الإصابة بالفيرس مشوهة ومنكمشة (شكل (٥-١١، يوجد فى آخر الكتاب)، وبذورها صغيرة وصفراء.

ويكافح الفيرس بمقاومة حشرة المنّ الناقلة له.

فيرس التفاف أوراق البسلة Pea Leaf Roll Virus، أو فيرس تبرقش البسلة المنقول بالبذور Pea Seed-Borne Mosaic Virus

يعرف هذا الفيرس فى مصر بالاسم الأول، وهو ينتقل بواسطة البذور وعدة أنواع من

المنّ. تؤدى الإصابة إلى ضعف النمو النباتى، وتكون الوريقات ضيقة وملتفة لأسفل، وبها تبرقش خفيف. كما يصيب الفيرس نباتات الفول الرومى، ويحدث بها اصفرارًا والتفافًا أكثر وضوحًا بالأوراق.

وتتباين أعراض الإصابة بفيرس موزايك البسلة المنقول بالبذور باختلاف سلالات الفيرس، ومن بين الأعراض التى تحدثها الإصابة بالفيرس: شفافية جهازية للعروق، وتحوط العروق، وموزايك شديد، وتشوه الأوراق والتفافها، والتفاف غير طبيعى بالمحاليق، وتقزم بالبتلات وظهور ألوان غير عادية بها، ونموات مبكرة غير عادية للبراعم الإبطية، وتأخير الإزهار وعقد القرون، وتأخير النضج بنحو ٧-١٤ يومًا، ونقص محصول البذور بنسبة تصل إلى ٨٢٪، وانتقال الفيرس عن طريق البذور بنسبة قد تصل إلى ٣١٪ (Ali & Randles ١٩٩٨).

كذلك تتباين أصناف البسلة فى خاصية نقلها لفيرس موزايك البسلة المنقول بالبذور من خلال بذورها، حيث تتوفر أصناف تقاوم انتقال الفيرس كلية عن طريق البذور، وأخرى ينتقل فيها الفيرس عن ذلك الطريق بدرجة عالية. يصيب الفيرس الأجزاء الزهرية (السبلات، والبتلات، والمتوك، والكرابل)، وقصرة البذرة فى كل الأصناف بدرجة متساوية، ولكن لم يعثر له على أثر فى البويضات قبل التلقيح فى جميع الأصناف، أو فى أجنة البذور فى الأصناف التى تقاوم الانتقال البذرى للفيرس. وقد تبين أن الفيرس يتحرك سريعًا إلى جنين البذرة فى المراحل المبكرة من تكوينه فى الأصناف التى ينتقل فيها الفيرس عن طريق البذور، ثم يتكاثر فى أنسجة الجنين ويبقى فيه أثناء نضج البذور (Wang & Maule ١٩٩٢).

ويكافح الفيرس بمقاومة حشرة المنّ الناقلة له، واستخدام بذور خالية من الفيرس فى الزراعة.

فيرس موزايك البسلة Pea Mosaic Virus

يعرف هذا الفيرس أيضًا بالاسمين: موزايك البسلة العادى، وموزايك البرسيم الأحمر، وهو ينتقل بواسطة عدة أنواع من المنّ.

تبدأ الأعراض فى البسلة على صورة شفافية بالعروق، ثم اصفرار شديد بالأوراق، وانتشار مساحات ذات لون أخضر قاتم تتوزع عشوائيًا على نصل الورقة (شكل ٥-١٢، يوجد فى آخر الكتاب)، وتكون النباتات متقزمة بوجه عام. وتختلف أعراض الإصابة إلى حد ما باختلاف الأصناف، فتتميز الإصابة فى الصنف ألاسكا بالاصفرار العام، بينما تتميز فى الصنف ألدرمان بالتبرقش.

ويصيب الفيرس أيضًا نبات الفول الرومى، ويكافح بمقاومة حشرة المنّ الناقلة له.

فيرس تخطيط البسلة Pea Streak Virus

ينتقل هذا الفيرس بواسطة بعض أنواع المنّ.

وتتميز الإصابة بظهور بقع متحللة متنوعة المساحة ذات لون بنى فاتح إلى أرجوانى على السيقان وأعناق الأوراق. وقد تمتد هذه البقع لعدة سلاميات، وتؤدى عادة إلى تحليق الساق. وقد تظهر أعراض مماثلة على القرون، وتصبح الأوراق والقرون المصابة غير منتظمة الشكل بسبب وجود بقع متحللة غائرة ذات لون بنى فاتح بها، وتكون النباتات المصابة متقزمة، وقد تموت مبكرة، كما قد تظهر - على النباتات المصابة - خطوط صغيرة متحللة ذات لون بنى على العروق فى الأوراق والأذينات (شكل ٥-١٣، يوجد فى آخر الكتاب).

ويكافح الفيرس بمقاومة حشرة المنّ (Dixon ١٩٨١).

الهالوك

يراجع الهالوك، والأضرار التى يحدثها للنباتات، وطرق مكافحته فى الفصل الثانى عشر الخاص بالفول الرومى. وتعتبر البسلة من عوائل الهالوك الهامة.

وقد أمكن مكافحة الهالوك *Orobanche crenata* فى البسلة بالمعاملة بمبيد الحشائش جلايفوسيت glyphosate مرتان بمعدل ٦٠، و ٨٠ جم للهكتار، على التوالى (Arjona-Berral وآخرون ١٩٨٨).

نيماتودا تعقد الجذور

تُراجع نيماتودا تعقد الجذور والأضرار التى تحدثها، وطرق مكافحتها فى الفصل العاشر الخاص بأمراض وآفات الفاصوليا وطرق مكافحتها.

وتتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى بعض أصناف البسلة، مثل بيربيانا إيرلى Burpeana Early، وواندو Wando (Putnam وآخرون ١٩٩١).

الآفات الحشرية والأكاروسية

تصاب البسلة بالآفات الحشرية والأكاروسية التالية:

الحفار

تتغذى الحشرة على جذور النباتات الصغيرة وسوقها تحت سطح الأرض مباشرة؛ مما يؤدى إلى ذبول النباتات وسقوطها.

والحشرة الكاملة كبيرة الحجم يبلغ طولها ٥ سم، وتعيش داخل أنفاق تصنعها فى التربة بالقرب من السطح.

ويكافح الحفار بطُعم سام يتكون من ١,٢٥ لتر هوستاثيون ٤٠٪ مادة فعالة، أو ١,٢٥٠ لتر تمارون ٦٠٠ مع ١٥ كجم جريش ذرة أو ردّة ناعمة للفدان، ويضاف الماء للمخلوط بما يكفى لبله. تروى الأرض أولاً، ثم ينثر المخلوط بين الخطوط المزروعة نثرًا منتظمًا باليد قرب الغروب.

الدودة القارضة

تبقى اليرقات الصغيرة لهذه الحشرة بعد فقسها من البيض على النبات لعدة أيام للتغذية قبل نزولها إلى التربة. وفى الليل تتسلق اليرقات النباتات لتتغذى عليها، وتفقد اليرقات التامة النمو القدرة على الحركة، حيث تبقى عند قاعدة النبات على سطح التربة، وتتغذى بقرض سيقان النباتات الغضة. وقد تقرض اليرقة عدة نباتات فى الليلة الواحدة، وتؤدى إلى سقوطها. وتشاهد اليرقات عند الكشف عليها تحت النباتات المقروضة وهى ملتوية على نفسها.

وتكافح الدودة القارضة بحرث الأرض جيدًا وتعريضها للشمس، وبجمع اليرقات من

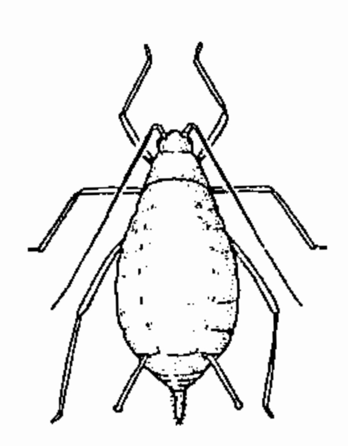
أسفل النباتات المصابة وإعدامها حرقًا، مع استعمال طُعم سام يتكون إما من: ديلدرين ٢٠٪ مسحوق قابل للبلل، بمعدل ١,٥ كجم للفدان، أو دبتركس ٨٠ مسحوق قابل للبلل، بمعدل ٣٠٠ جم للفدان يُخلط مع ٢٥ كجم ردّة ناعمة، ولتر عسل أسود، و ٣٠ لتر ماء. ويستعمل المخلوط قبل الغروب تكبيشًا حول النباتات.

المنّ

تصاب البسلة بعدة أنواع من المنّ، ومنها منّ البسلة. وفضلاً عن كون جميع هذه الأنواع من الآفات الحشرية الهامة، فإنها تنقل إلى البسلة عدة فيروسات.

يعرف منّ البسلة pea aphid (شكل ٥-١٤) بالإسم العلمى *Acyrthosiphon pisum*، وهو يصيب البسلة بصورة أساسية، بالإضافة إلى بعض البقوليات الأخرى مثل البرسيم المصرى والبرسيم الحجازى.

تُرى تجمعات من أفراد المنّ الخضراء أو الوردية اللون حول السيقان، والفروع الصغيرة، وعلى السطح السفلى للأوراق التى تصبح مشوهة ومجعدة (شكل ٥-١٥، يوجد فى آخر الكتاب).



شكل (٥-١٤): منّ البسلة **pea aphid**.

يكافح المنّ برش النباتات عند ظهور الإصابة بالملاثيون ٥٧٪ مادة فعّالة، بمعدل لتر واحد للفدان، أو البريمور ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل، بمعدل ٢٥٠ جم للفدان، أو أكتليك

٥٠٪ مستحلب مركز، أو توكوثيون ٥٠٠ مستحلب، بمعدل ١,٢ لتر من أى منهما للفدان، على أن تضاف كمية المبيد إلى ٤٠٠–٦٠٠ لتر ماء. ويجب إيقاف الرش قبل حصاد القرون الخضراء بمدة أسبوعين.

كذلك يمكن استعمال كلاً من: الدايازينون diazinon، والديبروم dibrom، واللانيت lannate، والدى سيستون di-syston، والأسانا Asana، والسيجون cygon، والبنكاب إم Penncap-M.

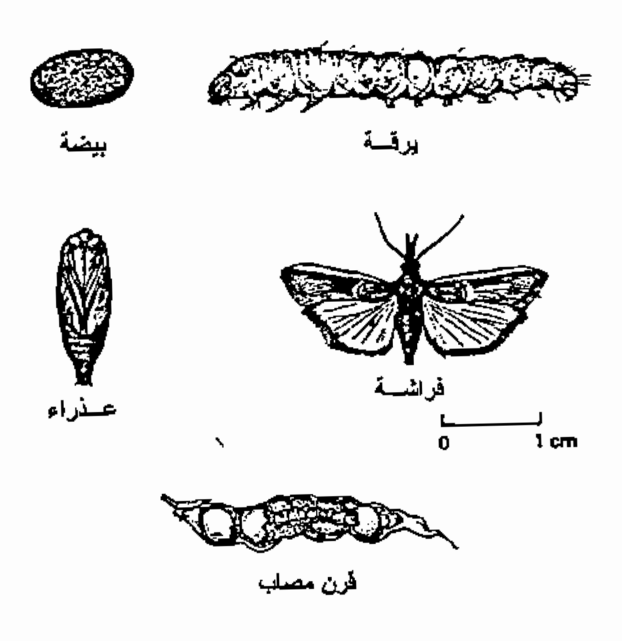
ولمزيد من التفاصيل عن مكافحة المنّ، يراجع الموضوع تحت العنوان الأخير فى هذا الفصل.

حفار قرون البسلة

يعرف حفار قرون البسلة pea pod borer (شكل ٥–١٦) بالإسم العلمى *Etiella zinkenella*، وهو يصيب إلى جانب البسلة اللوبيا. ومعظم البقوليات.

تتغذى اليرقات الصغيرة داخل البذور النامية، ولكن اليرقات الأكبر تتغذى وتتحرك بحرية داخل القرن. وقد تترك الديدان الأكبر القرن المصاب وتثقب قرن أو قرون أخرى خضراء وتتغذى فى داخلها قبل أن يكتمل تكوينها. يبلغ طول الديدان المكتملة التكوين حوالى ١,٥ سم، وتكون زرقاء اللون، وذا رأس صفراء. ويستغرق نمو اليرقة من الفقس إلى اكتمال النمو من ٣ إلى ٥ أسابيع. وعندما تكمل اليرقة نموها فإنها تسقط على الأرض حيث تتعذر على عمق حوالى ٣ سم، وتمكث لمدة ٢–٤ أسابيع قبل أن تتحول إلى فراشة بنية اللون، يبلغ امتداد أجنحتها ٢,٥ سم. تعيش الفراشات مدة ٢–٤ أسابيع تضع خلالها من ٥٠–٢٠٠ بيضة.

وتكافح الحشرة بالرش بالديسازينون diazinon (٢٠٠ جم/فدان)، والإندوسلفان endosulfan (٢٠٠ جم/فدان)، والبيرميفوس–مثيل pirimiphos-methyl (٤٠٠ جم/فدان)، والتتراكلورفينوفوس tetrachlorvinophos (٢٥٠ جم/فدان)، والتراى كلورفون trichlorphon (١٠ جم/فدان)، والسيبرمثرين cypermethrin (٢٥ جم/فدان)، والبرمثرين (٢٠٠ جم/فدان) (Hill & Waller ١٩٨٨).



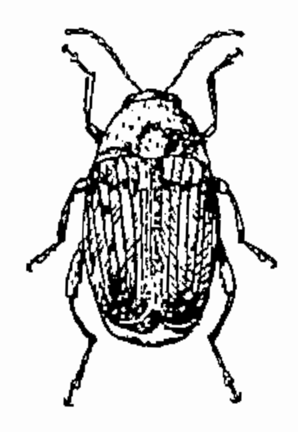
شكل (٥-١٦): حفار قرون البسلة.

سوسة البسلة

تعرف سوسة البسلة pea weevil بالإسم العلمى *Bruchus pisorum*، وهى سوسة سوداء ضاربة إلى البنى ذات حراشيف بيضاء تكون على شكل أحزمة بيضاء على ظهر الحشرة (شكل ٥-١٧).

تضع السوسة بيضها على القرون، وتحفر اليرقات طريقها إلى داخل القرون، حيث تتغذى على البذور النامية (شكل ٥-١٨، يوجد فى آخر الكتاب). وتسبب تلف البذور أثناء التخزين. ولا تحتوى البذور المصابة عادة إلا على حشرة واحدة فقط، وهى لا تتوالد فى المخازن (حماد وعبدالسلام ١٩٨٥).

وتكافح الحشرة برش الحقول المخصصة لإنتاج البذور الجافة عند أوائل تزهيرها (قبل عقد القرون)، وقبل وضع الحشرة لبيضها بالملاثيون، أو الميثوكسيكلور بمعدل ١,٥ كجم من المادة الفعالة للفدان. كذلك يمكن المكافحة باستعمال أى من الكارباريل، والإميدان، والأسانا.



شكل (٥-١٧): خنفساء البسلة pea weevil (الطول الطبيعى للحشرة ٠,٥ سم).

العنكبوت الأحمر

يكافح العنكبوت الأحمر فى البسلة بالرش بالكالثين الميكرونى ١٨,٥٪، بمعدل ١ كجم للفدان، أو الكالثين الزيتى ١٨,٥٪، بمعدل ١ لتر للفدان، أو التديفول مستحلب، بمعدل ١ لتر للفدان، على أن تضاف الكمية المستعملة إلى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء (وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

ولمزيد من التفاصيل عن مكافحة العنكبوت الأحمر .. يراجع الموضوع تحت عنوان التالى.

المبيدات وبدائل المبيدات التى يمكن استعمالها فى مكافحة حشرات وأكاروس البسلة

توصى وزارة الزراعة والإصلاح الزراعى (١٩٩٧) بمكافحة المن، والذبابة البيضاء، وصانعات الأنفاق والعنكبوت الأحمر فى البسلة باستعمال بدائل المبيدات والمبيدات التالية:

المعاملة	تفيد فى مكافحة
زيت كيمسول ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر/١٠٠ لتر ماء	المنّ – الذبابة البيضاء – صانعات الأنفاق – العنكبوت الأحمر
زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب بمعدل لتر/١٠٠ لتر ماء.	المنّ – الذبابة البيضاء – صانعات الأنفاق – العنكبوت الأحمر
زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر/١٠٠ لتر ماء	المنّ – الذبابة البيضاء – صانعات الأنفاق – العنكبوت الأحمر
زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر/١٠٠ لتر ماء	المنّ – الذبابة البيضاء – صانعات الأنفاق – العنكبوت الأحمر
زيا ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.	المنّ – الذبابة البيضاء – صانعات الأنفاق – العنكبوت الأحمر
أم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر/١٠٠ لتر ماء	المنّ – الذبابة البيضاء – العنكبوت الأحمر
ديترجنت سائل بمعدل ٢٥٠ مل (سم^{3})/١٠٠ لتر ماء	المنّ – الذبابة البيضاء – العنكبوت الأحمر
بيوفلاى (٣ × ١٠^{7} وحدة/مل) بمعدل ١٠٠ مل (سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.	المنّ – الذبابة البيضاء
سوريل زراعى (سمارك) ٩٨٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم/فدان	العنكبوت الأحمر
سوريل زراعى (شيخ) ٩٨٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم/فدان	العنكبوت الأحمر
كبريت زراعى النصر ٩٩٪ محسوق تعفير بمعدل ١٥ كجم/فدان	العنكبوت الأحمر
شامة ٩٩,٥٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم/فدان	العنكبوت الأحمر
كبريدست ٩٩,٨٪ مسحوق تعفير بمعدل ١٠ كجم/فدان	العنكبوت الأحمر

ومن المبيدات الأخرى وبدائل المبيدات التى يمكن استعمالها فى مكافحة مختلف الحشرات والأكاروس، ما يلى:

المبيد	الآفات التي يفيد في مكافحتها
فيرتميك ١,٨٪ EC (بمعدل ٤٠ مل/١٠٠ لتر ماء)	صانعات الأنفاق، والتربس، والعنكبوت الأحمر (يفضل إضافة ٢٥٠ مل زيت معدني مع المبيد لكل ١٠٠ لتر ماء).
أفيسكت ٥٠٪ WP (بمعدل ٢٥٠ جم/فدان)	الحشرات الثاقبة الماصة (المنّ والتربس والذبابة البيضاء) وصانعات الأنفاق ويرقات حرشفية الأجنحة.
أدميرال (بمعدل ٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء)	الذبابة البيضاء، والمنّ، والتربس، وصانعات الأنفاق (يفضل إضافة ٢٥٠ مل زيت معدني مع المبيد لكل ١٠٠ لتر ماء).
بولو	الذبابة البيضاء، والمن، والعنكبوت الأحمر
ماتش (بمعدل ٢٠٠ مل للفدان)	الدودة القارضة، والدودة الخضراء، ودودة ورق القطن، وديدان القرون، والتربس (يراعى في حالة مقاومة الديدان الرش مع بدء نشاط الطيران وقبل وضع البيض).
تشيس ٢٥٪ WP	المنّ (٤٠ جم/١٠٠ لتر ماء على ألاّ تقل الجرعة عن ١٦٠ جم/فدان)، والذبابة البيضاء (١٢٠ جم/١٠٠ لتر ماء على ألا تقل الجرعة عن ٤٨٠ جم/فدان)
أكترا	المنّ والذبابة البيضاء
كومولوس إس (بمعدل ٢٥٠ جم لكل ١٠٠ لتر ماء)	العنكبوت الأحمر (يحتوى المبيد على الكبريت الميكرونى)
ليباسيد ٥٠٠ مستحلب (بمعدل ١٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء)	المنّ، والتربس
توكثيون ٥٠٠ مستحلب (بمعدل ١٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء)	المنّ، والتربس، والذبابة البيضاء.
أكتلك (بمعدل ١,٥ لتر للفدان)	المنّ، والتربس، والذبابة البيضاء، والجاسيد.
كاراتي (بمعدل ٧٥٠ مل/فدان)	الدودة القارضة، والمنّ، والتربس، والذبابة البيضاء، والجاسيد، والعنكبوت الأحمر
سومثيون ٥٠ EC	المنّ.
مارشال	المنّ، والتربس، والذبابة البيضاء، والحفار، والدودة القارضة
أورتس	العنكبوت الأحمر

الفصل السادس

تعريف بالفاصوليا وأهميتها

تعريف بالمحصول

تزرع الفاصوليا إما لأجل قرونـها الخضـراء، أو لأجـل بذورهـا الخضـراء أو الجافـة. وتعرف الفاصوليا الخضراء فى اللغة الإنجليزية باسم snap beans، أو garden beans، بينما تعرف الفاصوليا الجافة باسم dry beans، أو field beans، أو common beans، أو kidney beans. ويقتصر الاسم الأخير على مجموعة من الأصناف تكون بذورها الجافة كلوية، وذات لون بنى ضارب إلى الحمرة، أو وردى، ويشـيع استعمالها فـى الولايـات المتحدة وأمريكا الجنوبية.

وتتضمن الفاصوليـات beans عـدة أنـواع مـن محـاصيل الخضـر، أهمـها: الفاصوليـا العادية، والفول الرومـى، وفاصوليـا الليمـا، وفاصوليـا ملتـى فلـورا، وفاصوليـا تبـارى، وفاصوليا منج. وتعرف الفاصوليا العادية سواء أكانت خضـراء، أم جافـة بالاسـم العلمـى *Phaseolus vulgaris* L.. ويضـم الجنـس *Phaseolus* نحـو ١٥٠ نوعًـا مـن النباتـات الحولية والمعمرة تنتشر فى المناطق الاستوائية من أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية.

الموطن وتاريخ الزراعة

تعتـبر أمريكـا الجنوبيـة موطـن كـل مـن الفاصوليـا العاديـة، وفاصوليـا الليمـا (*P. lunatus*)، وفاصـوليـا ملتـى فلـورا (*P. coccineus*)، وفاصوليا تبـارى (*P. acutifolius* var. *latifolius*) (Evans ١٩٧٦). وقد استعملها الهنود الحمر فى غذائـهم، ثم انتقلت زراعتها من أمريكا الجنوبية إلى أوروبـا وبـاقى أرجـاء العـالم عقـب اكتشـاف الأمريكتـين. ويعتقـد Zeven (١٩٩٧) أن انتقـال الفاصوليـا إلى أوروبـا كـان حـوالى عـام ١٥٠٠.

كانت الأصناف الأولى كثيرة الألياف (string bean)، ويرجع إلى كينى (Calvin N. Keeney) الفضل فى إنتاج أصناف خالية من الألياف (stringless bean)، وكان ذلك حوالى عام ١٨٩٠. وقد مارس كينى تربية النبات – كفن وهواية – قبل اكتشاف دراسات مندل بعدة سنوات (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧). وللمزيد من التفاصيل عن موطن، وتاريخ زراعة الفاصوليا .. يراجع Hedrick (١٩١٩ و ١٩٣١).

القيمة الغذائية

يوضح جدول (٦-١) المحتوى الغذائى لكل من القرون الخضراء، والصفراء الشمعية، والبذور الجافة للفاصوليا. يتضح من الجدول أن الفاصوليا الجافة من الخضر الغنية جدًّا بالمواد الكربوهيدراتية، والبروتين، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والثيامين، والريبوفلافين، والنياسين. كما تعد الفاصوليا الخضراء غنية جدًّا بالنياسين، ومتوسطة فى محتواها من كل من البروتين، والكالسيوم، وفيتامين أ، والثيامين، والريبوفلافين، وفيتامين ج. أما الفاصوليا ذات القرون الصفراء الشمعية .. فإنها لاتختلف عن الفاصوليا الخضراء سوى فى انخفاض محتواها من فيتامين أ.

وتعد الفاصوليا من المصادر الجيدة فى الكالسيوم، ويزيد تركيز الكالسيوم معنويًّا فى القرون الخضراء عما فى البذور الجافة على أساس الوزن الجاف لكل منهما، كما تتباين أصناف الفاصوليا فى محتوى قرونها من العنصر (Quintana وآخرون ١٩٩٩).

وإلى جانب ما تقدم .. فإن الفاصوليا الجافة تعد مصدرًا جيدًا لفيتاميني: حامض الفوليك folic acid، وإى E (أو التوكوفيرول tocopherols) (Robertson & Frazier ١٩٧٨).

ويبلغ محتوى الفاصوليا الجافة من مختلف الأحماض الأمينية الضرورية (بالجرام لكل ١٦ جم نيتروجين)، كما يلى (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥).

الليسين lysine	: ٦,٨	الثريونين threonine	: ٣,٣
الفالين valine	: ٥,٥	الليوسين leucine	: ٨,٩
الأيزوليوسين isoleucine	: ٦,٠	المثيونين methionine	: ١,٠

التربتوفان tryptophan	: ١,٠	الفنيل آلانين phenyalanine	: ٥,٥
الأرجنين arginine	: ٩,٢	الهستدين histidine	: ٢,٨

جدول (٦-١): المحتوى الغذائى لكل من القرون الخضراء، والصفراء الشمعية، والبذور الجافة للفاصوليا (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

العنصر الغذائى والوحدة	الجزء المستعمل فى الغذاء		
	البذور البيضاء الجافة	القرون الخضراء	القرون الصفراء الشمعية
الرطوبة (جم)	١٠,٩	٩٠,١	٩١,٤
السعرات الحرارية	٣٤٠	٣٢	٢٧
البروتين (جم)	٢٢,٣	١,٩	١,٧
الدهون (جم)	١,٦	٠,٢	٠,٢
الكربوهيدرات الكلية (جم)	٦١,٣	٧,١	٦,٠
الألياف (جم)	٤,٣	١,٠	١,٠
الرماد (جم)	٣,٩	٠,٧	٠,٧
الكالسيوم (ملليجرام)	١٤٤	٥٦	٥٦
الفوسفور (ملليجرام)	٤٢٥	٤٤	٤٣
الحديد (ملليجرام)	٧,٨	٠,٨	٠,٨
الصوديوم (ملليجرام)	١٩	٧	٧
البوتاسيوم (ملليجرام)	١١٩٦	٢٤٣	٢٤٣
فيتامين أ (وحدة دولية)	صفر	٦٠٠	٢٥٠
الثيامين (ملليجرام)	٠,٦٥	٠,٠٨	٠,٠٨
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠,٢٢	٠,١١	٠,١١
النياسين (ملليجرام)	٢,٤	٠,٥	٠,٥
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	—	١٩	٢٠

ويعنى ذلك أن الفاصوليا تعد فقيرة نسبيًا فى الأحماض الأمينية الضرورية methionine، و cystine، و tryptophan، ولكنها غنية بالحامض الأمينى الضرورى lysine، وبذا .. فإنها تعد مكملة للحبوب الصغيرة التى تعد فقيرة فى هذا الحامض (Evans ١٩٧٦).

ومن أهم المركبات الفلافونية flavonoids التى توجد فى قرون الفاصوليا الخضراء وبذورها، ما يلى (Rizk وآخرون ١٩٩٢، و Hempel & Bohm ١٩٩٦):

Kaempferol-3-rutinoside quercetin-3-rutinoside
3-O-glucuronides

ولم تختلف الأصناف ذات القرون الخضراء عن الأصناف ذات القرون الصفراء فى محتواها من تلك المركبات الفلافونية.

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالفاصوليا الخضراء فى العالم عام ١٩٩٨ نحو ٦٣٧ ألف هكتار. وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة هى الهند والصين (١٤٨ ألف هكتار لكل منهما). فتركيا (٥٤ ألف هكتار)، فالولايات المتحدة، وإندونسيا، وإيطاليا، وإسبانيا (٢٣ ألف هكتار لكل منها). وكانت أكثر الدول العربية زراعة للفاصوليا الخضراء هى مصر (٢٢ ألف هكتار)، والجزائر (٥ آلاف هكتار)، وسوريا (٤ آلاف هكتار). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى الصين (١٣,٣ طنًّا)، فإسبانيا (١٠,٩ أطنان)، فمصر (٩,٨ أطنان)، فسوريا (٨,٩ أطنان)، فإيطاليا (٨,٦ أطنان). وقد بلغ متوسط الإنتاج العالمى ٦,٧٧ أطنان للهكتار.

وبالمقارنة .. فقد بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالفاصوليا الجافة فى العالم عام ١٩٩٨ نحو ٢٥,٧ مليون هكتار. وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة هى: الهند (٩,٥ مليون هكتار)، فالبرازيل (٣,٣ مليون هكتار)، فالمكسيك (٢,٠ مليون هكتار)، فالصين (١,٢ مليون هكتار)، فالولايات المتحدة الأمريكية (٧٧٥ ألف هكتار). وكانت أكثر الدول العربية زراعة للفاصوليا الجافة، هى: المغرب (١٧ ألف هكتار)، ومصر (١٠ آلاف هكتار)، والعراق (٩ آلاف هكتار). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى مصر (٢,٥ طنًّا)؛ فالولايات المتحدة (١,٨ طنًّا)، فالصين (١,٢٥ طنًّا). وقد بلغ متوسط الإنتاج العالمى ٠,٦٨٦ طنًّا للهكتار (FAO ١٩٩٨).

وقد بلغت المساحة الإجمالية التى زرعت بالفاصوليا فى مصر عام ١٩٩٩ نحو ٧٤

ألف فدان، وخصص منها نحو ٤٦ ألف فدان لإنتاج الفاصوليا الخضراء، وحوالى ٢٨ ألف فدان لإنتاج الفاصوليا الجافة. وقد بلغ متوسط إنتاج الفدان ٤,٣ أطنان، و ١,٢ طنًا من الفاصوليا الخضراء والجافة على التوالى (الإدارة المركزية للاقتصاد الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ٢٠٠٠).

الوصف النباتى

الفاصوليا نبات عشبى حولى.

الجذور

يتعمق الجذر الرئيسى للفاصوليا في التربة بسرعة بعد الإنبات. ففى خلال شهر واحد من الزراعة .. يصل تعمق الجذور إلى نحو ٦٠ سم. ويكثر التفرع الجذرى على امتداد الجذر الرئيسى، خاصة فى الخمسة والعشرين سنتيمتر العلوية من التربة. وتمتد الجذور الجانبية أفقيًا لمسافة ٣٠–٦٠ سم، وتتفرع بكثرة لتشكل معظم المجموع الجذرى الفعّال حتى عمق ٢٠ سم.

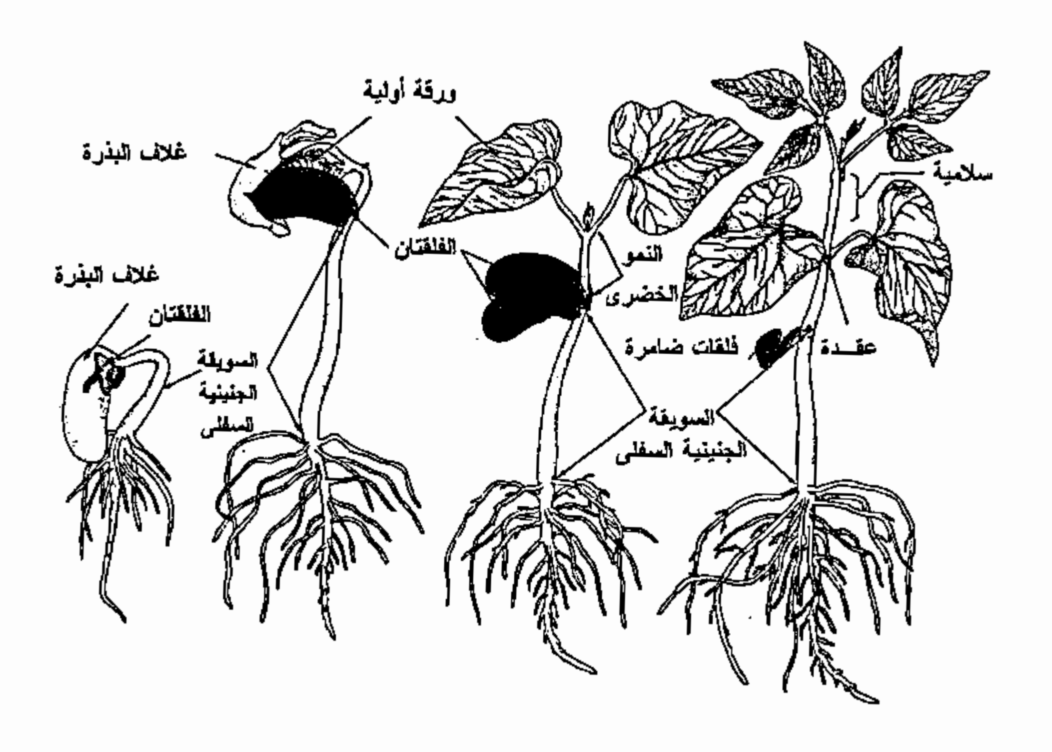
وبعد شهر آخر من النمو – أى عندما تكون النباتات فى مرحلة الإزهار وبداية الإثمار يكون النمو الجذرى قد ازداد انتشاره، حيث يكون الجذر الأولى قد تعمق لمسافة ٩٠ سم، وأصبح شديد التفرع حتى عمق ٦٠ سم، وامتدت الجذور الجانبية أفقيًا لمسافة ٧٥ سم، وتفرعت بدورها، وتعمق بعضها رأسيًا لمسافة ٦٠ سم.

ومع قرب نضج النباتات .. تكون التربة قد امتلأت بالجذور لمسافة ٦٠ سم فى جميع الاتجاهات حتى عمق ٩٠ سم، بينما تكون بعض الجذور قد تعمقت لمسافة ١٢٠ سم (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

وعلى الرغم من أن الفاصوليا تعد من الأنواع البقولية ذات القدرة الضعيفة على المعيشة التعاونية مع بكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى من الجنس *Rhizobium* (التى تكوّن عقدًا جذرية)، فإن أصناف الفاصوليا تتباين فى هذا الشأن، ويسعى المربون إلى إنتاج أصناف محسنة ذات قدرة أكبر على المعيشة تعاونيًا مع تلك البكتيريا (Bliss ١٩٩٣، و Kipe-Nolt & Giller ١٩٩٣).

الساق والأوراق

ساق الفاصوليا عشبية تتخشب قليلا مع تقدم النبات فى النمو. وتقسم أصناف الفاصوليا حسب طول الساق إلى قصيرة وقائمة، ومتوسطة الطول وزاحفة، وطويلة ومتسلقة (أنظر تقسيم الأصناف حسب طول الساق). وتكون أول ورقتين حقيقتين على النبات بسيطتين بيضاويتين. أما الأوراق التالية .. فتكون مركبة ريشية فردية مكونة من ثلاث وريقات. وتختلف الأصناف فى حجم الوريقات وشكلها؛ فبعضها ذو وريقات طويلة وضيقة، والبعض الآخر ذو وريقات عريضة بيضاوية الشكل. عنق الورقة طويل ومقعر، بينما عنقا الوريقتين الجانبيتين قصيران (شكل ٦-١).



شكل (٦-١): إنبات البذرة، ومراحل النمو الأولى للبادرة فى الفاصوليا (عن Rost وآخرين ١٩٨٤).

الأزهار

تحمل الأزهار فى نورات عنقودية غير محدودة، يتكون كل منها من ٣-٨ أزهار ذات أعناق قصيرة. والأزهار كبيرة خنثى وحيدة التناظر. يمتد التويج خارج الكأس، ويكون الزورق (البتلتين الأماميتين) على شكل منقار طويل يحيط بالأعضاء الأساسية للزهرة. يختلف لون التويج فى الأصناف المختلفة .. فقد يكون أبيض، أو أبيض ضاربًا إلى الصفرة، أو أصفر، أو ورديًا، أو بنفسجيًا. ويتكون الكأس من خمس سبلات غير ملتحمة. أما الطلع .. فيتكون من ١٠ أسدية تلتحم تسع منها وتشكل أنبوبة سدائية تغلف المبيض. أما العاشرة – وهى الخلفية – فتبقى سائبة. والمبيض طويل، ويتكون من كربلة واحدة، والقلم طويل وينحنى مع الزورق. والميسم طويل وملتو ومغطى بشعيرات.

التلقيح

تتفتح الأزهار بين السابعة والثامنة صباحًا، ويحدث ذلك بعد أن تتفتح المتوك فى الليلة السابقة. ولا تغلق الأزهار ثانية، ولكن البتلات تذبل بعد أيام قليلة من تفتح الزهرة. والتلقيح الذاتى هو السائد، كما تحدث نسبة بسيطة من التلقيح الخلطى لا تتجاوز ١ ٪ (Brunner & Beaver ١٩٨٩)، ويتوقف مقدارها على الصنف، والظروف الجوية السائدة، ومدى توفر الحشرات الملقحة، مثل: نحل العسل، والنحل الطنّان الكبير، والتربس (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤). وتزداد نسبة التلقيح الخلطى فى المناطق الاستوائية، حيث يكون النشاط الحشرى كبيرًا. ويحدث التلقيح الخلطى عندما تقف نحلة ثقيلة على جناح الزهرة، حيث يؤدى ذلك إلى بروز الميسم؛ مما يعرضه لحبوب لقاح غريبة تنقلها إليه نحلة أخرى. وقد لا يحدث أى تلقيح خلطى فى الفاصوليا فى غياب النحل. ويزور النحل الأزهار لجمع الرحيق وحبوب اللقاح، ولكن ذلك أمر نادر الحدوث (McGregor ١٩٧٦).

وقد أظهرت دراسات Ibarra-Perez وآخرون (١٩٩٩) تباين أصناف الفاصوليا فى استجابتها للحشرات الملقحة، حيث كان الصنفان ليندن Linden، وبنداك Pindak أكثر استجابة من الصنف Ferry Morse 53، وازداد فيهما محصول البذور جوهريًا عندما

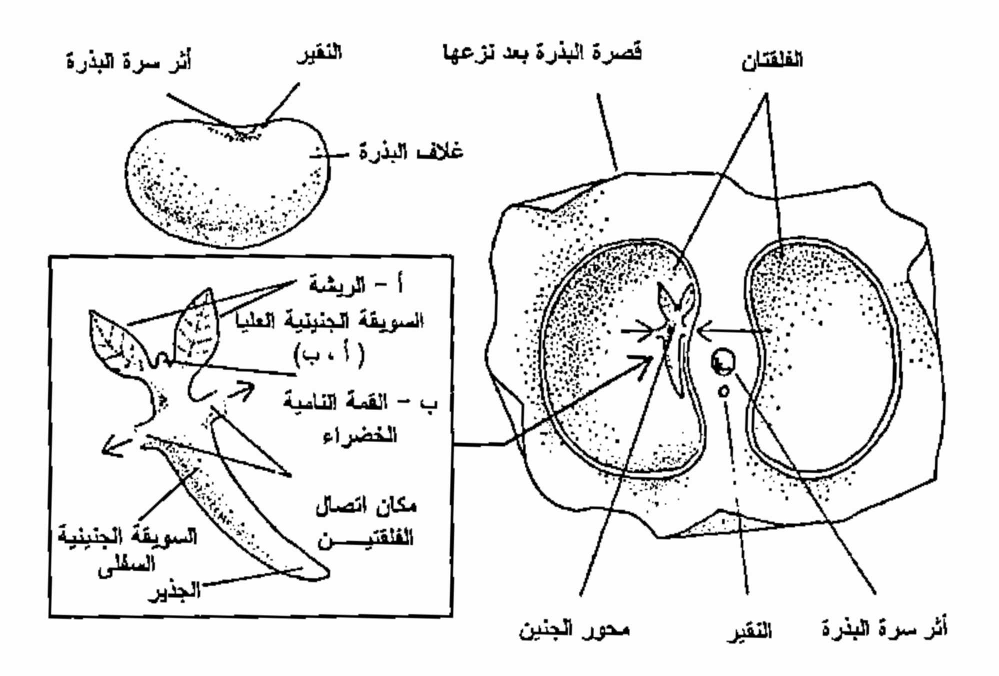
تعرضت أزهارهما لزيارات الحشرات البرية أو النحل الطنّان.

تبدأ حبة اللقاح فى الإنبات بعد نحو ٤–٥ ساعات من التلقيح، وتصل أنبوبة اللقاح إلى فتحة النقير بعد نحو أربع ساعات أخرى.

الثمار والبذور

ثمرة الفاصوليا قرن طويل يظل محتفظاً بقلم الزهرة فى طرفه، بينما لا يكون الكأس مستديمًا. وتختلف صفات القرن باختلاف الأصناف .. فقد يكون مستقيمًا أو منحنيًا، مستديرًا أو مبططًا فى المقطع العرضى، وذا لون أخضر، أو أصفر شمعيًا أو مخططاً.

تتكون البذرة من الجنين والغلاف البذرى. وتشكل الفلقتان معظم حجم الجنين، وتخزن بهما كميات كبيرة من البروتين والمواد الكربوهيدراتية. والبذرة كلوية الشكل (شكل ٦–٢)، وتختلف فى اللون والحجم باختلاف الأصناف.



شكل (٦–٢): تركيب بذرة الفاصوليا (عن **Halfacre & Barden** ١٩٧٩).

الأصناف

تقسيم الأصناف

يمكن تقسيم أصناف الفاصوليا على الأسس التالية:

أولاً: تقسيم الأصناف حسب طول النبات

تقسم الأصناف حسب طول النبات إلى أربع مجموعات، كما يلي (شكل ٦-٣):

١ – أصناف قصيرة bush أو dwarf، وهي محدودة النمو determinate، وتتميز بأن الساق قصيرة وقائمة وتنتهي بنورة، والعقد متقاربة، وتشمل غالبية الأصناف التجارية، مثل: جيزة ٣، وبوش بلوليك Bush Blue Lake، وبروفيدر Provider، وكونتندر Contender.

٢ – أصناف قصيرة bush وغير محدودة النمو، وهي أعلى محصولاً، وتنتمي إليها بعض أصناف المحصول الجاف.

٣ – أصناف ممتدة وزاحفة semivining، وفيها الساق زاحفة، يتراوح طولها من ٦٠–١٢٠ سم، وهي غير محدودة النمو، وتنتمي إليها – كذلك – بعض أصناف المحصول الجاف.

٤ – أصناف طويلة ومتسلقة climbing، وفيها الساق طويلة، يتراوح طولها من ٢٤٠–٣٠٠ سم، وهي غير محدودة النمو، متسلقة وتلتف حول الدعامات، والسلاميات طويلة، متأخرة النضج، ويستمر حصادها لمدة أطول، مثل: بلوليك Blue Lake، وكنتكي وندر Kentucky Wonder، وRomano رومانو.

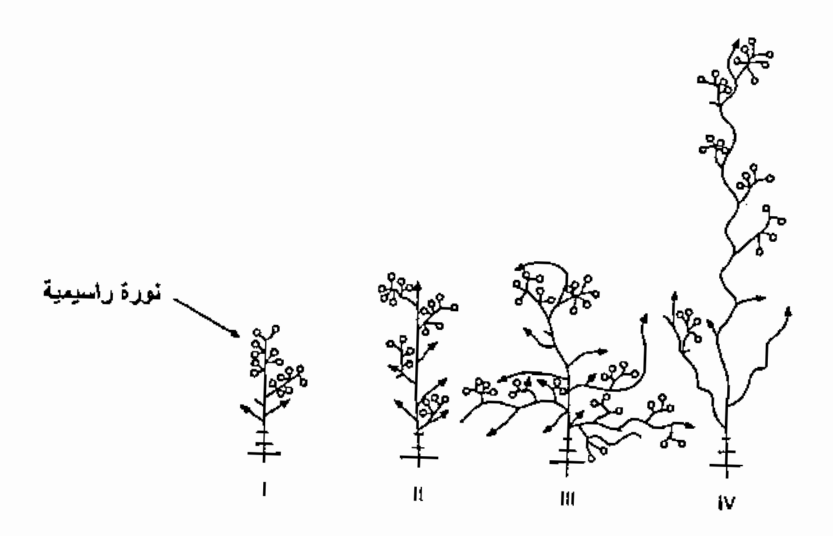
ثانيًا: تقسيم الأصناف حسب الجزء المستعمل في الغذاء

تعرف ثلاثة طرز من الفاصوليا، كما يلي:

١ – أصناف تستعمل قرونها الخضراء snap beans، أو green beans، مثل معظم الأصناف المعروفة.

٢ – أصناف تستعمل بذورها الخضراء shelled beans، مثل دوارف هورتيكلشرل Dwarf Horticultural.

٣ - أصناف تستعمل بذورها الجافة dry beans، أو field beans، مثل: سوس بلان Swiss Blanc، وجيزة ٣، وجيزة ٦ .



شكل (٦-٣): طبيعة النمو فى الفاصوليا: (I) قصيرة محدودة النمو determinate bush، و (II) قصيرة غير محدودة النمو indeterminate bush، و (III) مفترشة وغير محدودة النمو indeterminate straggling، و (IV) متسلقة وغير محدودة النمو indeterminate climbing (عن Davis ١٩٩٧).

ثالثا: تقسيم الأصناف حسب لون القرون

تعرف ثلاثة طرز من الفاصوليا، كما يلى:

١ - أصناف ذات قرون خضراء - وتضم معظم الأصناف التجارية المعروفة.

٢ - أصناف ذات قرون حمراء مبرقشة، مثل: مارى Mary.

٣ - أصناف ذات قرون صفراء أو شمعية waxy، مثل: ميداس Midas، ورزستانت شيروكى واكس Resistant Cherokee Wax، وجولدى يروى.

رابعًا: تقسيم الأصناف الجافة حسب شكل البذور

تقسم الأصناف التى تؤكل بذورها جافة إلى أربعة طرز، كما يلى:

١ – أصناف ذات بذور كلوية الشكل لونها بنى ضارب إلى الحمرة أو وردى (kidney).

٢ – أصناف ذات بذور بيضاء مطاولة (marrow).

٣ – أصناف ذات بذور متوسطة الحجم (medium).

٤ – أصناف ذات بذور صغيرة تشبه بذرة البسلة (pea).

خامسا: تقسيم أصناف الفاصوليا الخضراء حسب شكل مقطع القرن

تقسم الأصناف حسب شكل مقطع القرن إلى ثلاث فئات، كما يلى:

١ – مقطع القرن دائرى كما فى: هارفستر استرنجلس Harvester Stringless، وبروفيدر، ولابرادور Labrador.

٢ – المقطع بيضاوى كما فى: كنتكى وندر، وجرين كروب سترنجلس Green Crop Green Stringless، وستيولا Situla.

٣ – القرن مبطط كما فى: باونتفل استرنجلس Bountiful Stringless، وروما نو براون بول Romano Brown Pole، وكنتكى ١٩١ Kentucky 191.

سادسا: تقسيم أصناف الفاصوليا الخضراء حسب سمك القرن

تقسم أصناف الفاصوليا الخضراء حسب سمك القرن إلى أربعة طرز، كما يلى:

١ – أصناف فائقة الرفع Extra Fine:

تكون قرون هذا الطراز رفيعة جدا، حيث يقل قطرها عند الحصاد لأجل الاستهلاك عن ٦,٥ مم، وهى تزرع للتصدير إلى الأسواق الفرنسية والبلجيكية. ويتعين حصاد قرون هذه الأصناف يوميا، ونقلها بأسرع ما يمكن إلى مراكز الفرز والتعبئة والتبريد.

٢ – أصناف رفيعة جدا Very Fine:

يتراوح سمك القرون فى أصناف هذا الطراز فى المرحلة المناسبة للاستهلاك بين ٦، و ٨ ملليمترات، ويمكن حصادها كل يومين أو كل ثلاثة أيام فى الجو البارد.

٣ – أصناف رفيعة Fine:

يتراوح سمك القرون فى أصناف هذا الطراز فى المرحلة المناسبة للاستهلاك بين ٨،

و ٩ ملليمترات، ويمكن حصادها كل ثلاثة أيام أو كل أربعة أيام فى الجو البارد.

٤ – أصناف سميكة (بوبى) Bobby:

تتضمن هذه المجموعة الأصناف التى يزيد قطرها المناسب عند الحصاد لأجل الاستهلاك الأخضر عن ٩ ملليمترات ويمكن حصادها كل ٤–٥ أيام فى الجو الدافئ، وكل ٧–١٠ أيام فى الجو البارد.

ويتحدد الطراز الذى ينتمى إليه كل صنف بالمدى الأمثل لسمك قرون هذا الصنف عند حصادها لأجل الاستهلاك الأخضر، وتلك صفة وراثية لا تتأثر كثيرًا بالعوامل البيئية. وعلى الرغم من أن قرون جميع الأصناف تزداد كثيرًا فى سمكها كلما تقدمت فى النمو والنضج، إلا أن ذلك لايعنى إمكان تأخير حصاد الأصناف الفائقة الرفع إلى أن تصبح سميكة (بوبى)، أو العكس؛ ذلك لأن قرون الأصناف الفائقة الرفع تكون عادة طويلة جدًا، وتصبح ضخمة بصورة غير مقبولة تجاريًا إذا تركت دون حصاد إلى أن تزيد أقطارها عن ٨ مم، كما أنها تصبح متليفة، وتبرز منها مواضع البذور، وتزداد الالتواءات فيها. كذلك فإن الأصناف البوبى تعطى محصولاً منخفضًا كثيرًا إذا قطفت قرونها وهى بقطر ٦,٥ ملليمتر أو أقل، فضلاً عن أن قرونها تكون قصيرة بطبيعتها، وتكون أقل طولاً إذا قطفت مبكرة عن موعدها المناسب للحصاد؛ فلا تصلح بذلك لإنتاج قرون فائقة الرفع.

وبالنظر إلى صعوبة حصاد جميع القرون فى وقت واحد، فإن شركات البذور تعطى – عادة – لكل صنف مؤشرًا لنسبة القرون التى يمكن حصادها من كل فئة (حسب القطر)، وتكون أكثر الفئات نسبة هى تلك التى ينتمى إليها طراز الصنف، مع نسبة أقل من الطراز المجاور له؛ فالأصناف الفائقة الرفع يمكن حصاد نسبة قليلة من قرونها وهى رفيعة جدًا أو رفيعة، والأصناف الرفيعة جدًا يمكن حصاد نسبة قليلة من قرونها وهى فائقة الرفع أو رفيعة حسب طبيعة الصنف. بينما قد تُحصد نسبة قليلة من قرون الأصناف البوبى وهى رفيعة، وقد تحصد كلها وهى بوبى؛ الأمر الذى يختلف من صنف لآخر.

المواصفات المرغوبة فى أصناف الفاصوليا للأغراض المختلفة

يشترط فى جميع الأصناف أن تكون عالية المحصول، ومقاومة للآفات المنتشرة فى منطقة الإنتاج، ومتأقلمة على الظروف البيئية السائدة، ويفضل أن تكون مبكرة النضج.

وبالإضافة إلى ما تقدم .. فإن أصناف الاستهلاك الطازج يجب أن تكون قرونها بيضاوية أو مبططة فى المقطع العرضى. وتستعمل الأصناف ذات القرون الخضراء والصفراء الشمعية على حد سواء. وغنى عن البيان أن قطر القرن يجب أن يتناسب مع ذوق المستهلك.

أما فاصوليا التصنيع (التعليب والتجميد) .. فلا تصلح لها إلا الأصناف ذات القرون الخضراء، ويفضل أن تكون القرون مستديرة فى المقطع العرضى. وقد تستخدم الأصناف ذات القرون المبططة أحيانًا على شكل شرائح. ويجب أن تكون القرون طويلة، ومستقيمة، وقلية الألياف إلى أدنى مستوى ممكن، وأن تكون بذورها بيضاء، وذلك لأن أغلفة البذور الملونة تغيرّ لون السائل المستعمل عند التعليب.

مواصفات الأصناف الهامة

الأصناف التى تزرع لأجل قرونها الخضراء

أولاً: الأصناف الفائقة الرفع Extra Fine

من أهم أصناف هذه المجموعة، ما يلى:

- أيمى Amy:

يبلغ سمك القرن ٦ مم، وطوله ١١-١٢ سم. يتحمل الحرارة المرتفعة، وغزير المحصول. يمكن حصاد نسبة من القرون وهى رفيعة جدًا بقطر حوالى ٧ مم. القرون سهلة الحصاد، ويستمر الحصاد لنحو ٤ أسابيع. تبلغ نسبة القرون الفائقة الرفع حوالى ٩٠٪ من المحصول إذا أجرى الحصاد كل يوم أو يومين، ولكن النسبة تنخفض إلى ٥٠٪ فقط إذا أجرى الحصاد كل ٤ أيام، وتكون بقية القرون رفيعة جدًا أو رفيعة، وعالية الجودة ومع تأخير الحصاد لأكثر من أربعة أيام تفقد القرون قيمتها التسويقية.

● سامنثا Samantha:

يتراوح سمك القرن بين ٥، و ٥,٥ مم، ويبلغ طوله ١٣ سم. النمو الخضرى جيد والمحصول عال. يمكن حصاد نسبة من قرونه وهى رفيعة جدا أو رفيعة. القرون سهلة الحصاد، ويستمر الحصاد لمدة شهر. تتحمل القرون التخزين بشكل جيد.

● مورجان Morgan:

يبلغ السمك المناسب للقرن عند الحصاد ٦ مم، ويتراوح طوله حينئذ بين ١٨، و ٢٠ سم، وهو ذو لون أخضر قاتم وقليل الألياف. الصنف مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى، ومبكر. النبات طويل، وإزهاره قمى. يحتاج إلى الحصاد يوميا أو كل يومين على الأكثر، لأن تأخير الحصاد يؤدى إلى زيادة استطالة القرون فضلا عن زيادة سمكها. يمكن أن يستمر الحصاد لمدة ٣-٤ أسابيع فى الحقول المعتنى بها.

ومن الأصناف الأخرى الفائقة الرفع (والتى يمكن حصاد نسبة من قرونها وهى رفيعة جدا وأقل من ٨ مم سمكا)، ولكن يتعين تجربة زراعتها فى مساحات محدودة أولا لاختبار مدى نجاحها، مايلى:

● كوبى Coby:

يتراوح سمك القرن بين ٥,٥، و ٦ مم، ويبلغ طوله ١١ سم. يتحمل النبات الحرارة المنخفضة والعالية، ولكنه منخفض المحصول.

● رويال نل Royalnel:

المحصول عال جدا، ولكن يعاب عليه ازدياد قرونه فى الطول بسرعة كبيرة يصعب معها حصادها فى الحجم المناسب، كما أنها باهتة اللون.

● سونيت Sonate:

هو صنف حساس للملوحة.

● جوليا Julia:

يعيب هذا الصنف سرعة تليف قرونه، كما أنها باهتة اللون.

● دول Duel:

المحصول عال جدا، ولكن يعاب عليه ازدياد قرونه فى الحجم بسرعة كبيرة، كما أنها سريعة التليف، وباهتة اللون.

● توكان Tucan:

يمكن حصاد حوالى ٤٠٪ من قرونه وهى رفيعة جدا بقطر ٦,٥-٨ مم، ولكن تحصد ٦٠٪ من القرون وهى فائقة الرفع بقطر أقل من ٦,٥ مم. يتراوح طول القرن بين ١٢، و ١٣ سم. النبات مقاوم للأنثراكنوز، واللفحة الهالية، وفيرس موزايك الفاصوليا العادى، وهو متوسط التأخير فى النضج.

● مونيل Monel.

● سليو Celio.

● جارونيل Garonel.

● كاليبرا Calebra.

● ديسيبل Decebel.

ثانيا الأصناف الرفيعة جدا Very Fine، والرفيعة Fine

من أهم الأصناف الرفيعة جدا (٦,٥-٨,٠ سم) التى يمكن حصاد نسبة من قرونها وهى رفيعة (٨-٩ مم)، أو العكس، ما يلى:

● بوليستا Paulista:

يتراوح سمك القرن بين ٦,٥، و ٧ مم، وطوله بين ١٠، و ١١ سم. لون القرون أخضر داكن، وهى سميكة، ومستقيمة، ومغطاة بطبقة شمعية تجعلها أكثر تحملا لعمليات التداول والتخزين عن غيرها من الأصناف. النمو الخضرى قوى. يمكن حصاد قرونها وهى بقطر ٨-٩ مم أو أكثر قليلا، أى وهى رفيعة أو بوبى. والصنف متوسط التبكير فى النضج.

● نرينا Nerina:

يتراوح سمك القرن بين ٦,٥، و ٨ مم، ويبلغ طوله ١٢ سم. لون القرون أخضر داكن، ومقطعها دائرى، وهى مستقيمة. المحصول عال.

● جيزة ٤ :

صنف قصير يصلح لاستهلاك القرون الخضراء وهى بسمك ٦,٥-٩ م، أنتجته شعبة بحوث الخضر من التهجين بين الصنفين جيزة ٣، و Fin de Villeneuve، محصوله وفير، وقرونه خضراء داكنة اللون، و مستديرة المقطع غضة، وخالية من الألياف، وأقل سمكًا من جيزة ٣. مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى، إلاّ أنه فقد جزءًا من مقاومته، حيث تظهر به بعض الإصابة فى نهاية الموسم، والبذور الجافة بيضاء وأصغر حجمًا من بذور الصنف جيزة ٣، ولذا .. فهو لا يزرع لأجل البذور الجافة، تفضل زراعته فى العروة الخريفية لغرض تصدير المحصول الأخضر.

يتميز الصنف جيزة ٤ بإمكان حصاد قرونه نظرًا لأنها لا تزداد طولاً، ولا تزداد سرعة تكوين الألياف فيها بتأخير الحصاد.

● سلندريت Selendrette:

يتراوح سمك القرون بين ٦,٥، و ٧ مم، ويبلغ طولها ١٢ سم، وهى أسطوانية المقطع، وبذورها الجافة بيضاء اللون.

● فللكسو Flexo:

يتراوح سمك القرون بين ٦,٥، و ٧ مم، وطولها بين ١٣، و ١٥ سم، وهى أسطوانية لامعة. يصلح للزراعة فى العروات المكشوفة فى الجو الدافئ فقط، ويعطى نسبة عالية من القرون البوبى.

● تيما Tema:

يتراوح طول القرون بين ١٣، و ١٤ سم، وهى ذو لون أخضر داكن، مستقيمة، وأسطوانية المقطع يتحمل النبات درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة على حد سواء. الصنف مبكر ومقاوم لفيرس موازيك الفاصوليا العادى، ويعطى نسبة عالية من القرون البوبى.

● فيرارى Ferari:

المحصول عالٍ، والقرون ذات صفات جيدة.

● تافيرا Tavera.

● كاليبرا Calebra.

وقد زرع الصنفين – لأجل التصدير – بنجاح فى منطقة النوبارية (Hashem & Ebida ١٩٩٧).

ومن الأصناف الأخرى الرفيعة جدًّا والرفيعة التى يتعين تجربة زراعتها فى مساحات محدودة أولاً لاختبار مدى نجاحها، ما يلى:

● سونيت Sonate.

● أرجس Argus:

يتراوح القطر المناسب لحصاد القرون بين ٦,٥، و ٩ مم، ويبلغ طولها ١٨ سم، وهى خالية من الألياف. النبات مقاوم لمرض اللفحة الهالية.

● بريميرا Primera:

يبلغ سمك القرن ٦,٥–٨ مم، وطوله ١٢ سم. النمو الخضرى ضعيف نسبيًّا، وهو صنف مبكر، ولكن محصوله منخفض.

ثالثًا: الأصناف البوبى التى يمكن حصادها وهى رفيعة

من أهم الأصناف التى تصنف على أنها بوبى (< ٩ مم)، ولكن يمكن حصاد نسبة من قرونها وهى رفيعة (بقطر ٨–٩ مم)، ما يلى:

● برونكو Bronco:

يبلغ السمك المناسب لحصاد القرون ٨–١٠ مم، ويتراوح طولها حينئذ بين ١٢، و ١٤ سم، والقرون ذات لون أخضر داكن، قليلة الألياف، ويلزم حصادها كل يومين. النبات مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى.

● إس بى ٤٠٧٠ SB 4070:

يتراوح سمك القرون بين ٨، و ١٠,٥ مم، وطولها بين ١٢، و ١٤ سم، وهى أسطوانية مستقيمة، ولحمية، ولونها أخضر متوسط الدكنة. النبات مقاوم لفيرس

موزايك الفاصوليا العادى، ويتحمل الإصابة بالصدأ، ويعد الصنف متوسط التبكير فى النضج.

● إس بى ٤٠٩٥ SB 4095:

يشبه الصنف السابق فى الصفات التى أسلفنا بيانها، إلا أن قرونه طويلة نسبيًّا، حيث يتراوح طولها بين ١٤، و ١٦ سم، كما أن النبات يتحمل - كذلك - الإصابة باللفحة الهالية.

● زجما Sigma:

تُحصد معظم قرونه وهى بقطر ٨-١٠,٥ مم، ويبلغ طولها ١٢-١٤ سم، والنبات مقاوم للأنثراكنوز واللفحة الهالية، وفيرس موزايك الفاصوليا العادى، ويعد الصنف متوسط التأخير فى النضج.

● بولو Polo:

النبات مبكر، تحصد قرونه وهى بقطر ٨-١٠ مم، حيث يتراوح طول قرونها حينئذ بين ١٦، و ١٩ سم. القرون أسطوانية الشكل، ولونها أخضر قاتم، والنبات مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى.

● جيزة ٥:

صنف قصير يصلح لإنتاج القرون الخضراء، والبذور الجافة. نشأ هذا الصنف كطفرة مستحدثة من الصنف Fin de Villeneuve، وهو - أى الصنف الأصلى - فرنسى بذوره لونها أزرق ضارب إلى الأرجوانى، وقرونه طويلة ورفيعة مستقيمة. ويعاب عليه أن قرونه تتليف بعد ثلاثة أيام من وصولها إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد. أما الطفرة (الصنف جيزة ٥) .. فبذورها بيضاء، وقرونها طويلة ورفيعة ومستقيمة ولا تتليف، محصولها وفير حيث يصل محصول القرون الخضراء إلى ٤ أطنان، والبذور الجافة إلى طن للفدان، ويصلح للتصدير فى العروة الخريفية، خاصة للدول العربية، ويعاب عليه أن قرونه تذبل قليلاً أثناء الشحن لقلة الألياف بها.

رابعا: الأصناف السمكية القرون (البوبى)

من أهم الأصناف البوبى التى تحصد قرونها وهى بقطر ٩ مم أو أكثر من ذلك، ما يلى:

١ – أصناف كانت تزرع – فيما مضى – على نطاق واسع، ولكنها أصبحت محدودة الانتشار حاليا:

● مونت كالم Monte Calme:

صنف قصير تؤكل قرونه الخضراء، والقرون لونها أخضر فاتح، بيضية المقطع قليلة الألياف، والبذور الجافة بيضاء اللون، وعليها بقع ذات لون أحمر داكن فى الجانب الذى توجد به السرة.

● كونتندر Contender:

صنف قصير تؤكل قرونه الخضراء، والقرون طويلة مستقيمة لونها أخضر، مقطعها بيضى، والبذور الجافة لونها كريمى ومبرقشة بلون بنى فاتح، مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى، يعاب عليه شدة إصابته بذبابة الفاصوليا والصدأ فى العروة الخريفية.

● سيمينول Seminole:

صنف قصير تؤكل قرونه الخضراء، والقرون لونها أخضر قاتم، مستديرة المقطع عالية الجودة، والبذور الجافة لونها بنى ومبرقشة باللون الكريمى، وهو صنف مقاوم أكثر من غيره لذبابة الفاصوليا.

٢ – أصناف تنتشر زراعتها، وأخرى حديثة وآخذه فى الانتشار:

من أهم أصناف هذه المجموعة، ما يلى:

● جيزة ٣:

صنف قصير يصلح لاستعمال القرون الخضراء والبذور الجافة، أنتجته شعبة بحوث الخضر بوزارة الزراعة من التهجين بين الصنفين سويس بلان، وكونتندر، محصوله وفير، قرونه خضراء يبلغ قطرها ٨–١٠ مم، وطولها ١٢ سم، وهى مستقيمة، وبها انحناء خفيف قرب الطرف، ولحمية غضة وخالية من الألياف، والبذور الجافة بيضاء

اللون وأصغر من بذور سويس بلان، والنبات مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى، وقد حصل على المقاومة من الصنف كونتندر، إلا أنه فقد جزءا من مقاومته حيث تظهر به بعض الإصابة فى نهاية الموسم، ويصاب بالصدأ.

يصلح الصنف جيزة ٣ للزراعة فى جميع عروات الفاصوليا، خاصة الخريفية المتأخرة، والشتوية المبكرة فى أكتوبر لإنتاج المحصول الأخضر، كما يزرع أيضا فى العروة الصيفية فى شهرى فبراير ومارس، وفى العروة الخريفية فى سبتمبر.

● جيزة ٣١٧:

بالتهجين بين الصنف جيزة ٣ وصنف آخر مقاوم للصدأ، مع التهجين الرجعى للصنف جيزة ٣ والانتخاب لصفة المقاومة للصدأ أمكن الحصول على صنف جديد مماثل للصنف جيزة ٣ فى جميع صفاته بالإضافة إلى مقاومته للصدأ، وهو الصنف الذى يعرف باسم جيزة ٣١٧، وهو - مثل جيزة ٣ - ثنائى الغرض.

● ماتادور Matador:

القرون لونها أخضر قاتم، ولامعة، أسطوانية الشكل؛ يبلغ متوسط طولها ١٤ سم. يتحمل النبات درجات الحرارة العالية، وهو مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى، ويستمر فى الإنتاج لفترة طويلة فى الزراعات المعتنى بها.

● بريو Brio:

يبلغ طول القرن ١٤ سم. النبات مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى، ومبكر.

● سيفيل Seville:

صنف متوسط التبكير، يبلغ سمك القرون عند الحصاد ٩-١٠ مم، ويتراوح طولها بين ١٤، و ١٦ سم، ولونها أخضر قاتم. يتحمل النبات الإصابة بفيرس موزايك الفاصوليا العادى.

خامسا: طراز الرومانو

تتميز قرون هذا الطراز بأنها مبططة وعريضة نوعا ما (١,٢-٢ سم)، ولكنها أقرب كثيرا فى الشكل العام من قرون طراز البوبى غير الأسطوانى منها إلى قرون طراز الهلدا،

وتتوفر منه أصناف قصيرة محدودة النمو، وأخرى متسلقة غير محدودة النمو. ومن أهم أصناف هذا الطراز، ما يلى:

● روما ٢ Roma II:

من أكثر أصناف هذا الطراز انتشارًا فى الزراعة فى الولايات المتحدة الأمريكية، وهو يزرع لأجل الاستهلاك الطازج (Mullins & Straw ١٩٩٩). يبلغ عرض القرن ٢ سم، وطوله ١٢,٥ سم.

● جينا Gina:

يبلغ عرض القرن حوالى ١,٦ سم وطوله حوالى ١٣ سم. النبات مقاوم لكل من فيروسى موزايك الفاصوليا، وموزايك الفاصوليا العادى، ويعاب عليه أن قرونه لونها أخضر باهت.

● بريديرو Bredero:

يبلغ عرض القرن ٢ سم، وطوله ١٤ سم، ولونه أخضر داكن (شكل ٦-٤، يوجد فى آخر الكتاب).

● رومانو ٢٦ Romano:

يبلغ عرض القرن ٢ سم وطوله ١٥ سم. يتميز الصنف بقدرته على تحمل الحرارة العالية.

سادسًا: أصناف ذات قرون خضراء تصلح للزراعات المحمية

تتميز جميع أصناف الزراعات المحمية بأنها غير محدودة النمو، حيث تربى رأسيًا فى البيوت المحمية. ويمكن أن تنتمى أصناف الزراعات المحمية إلى أى من الطرز التى أسلفنا الإشارة إليها، ولكن المنتشرة منها فى الزراعة فى مصر تنتمى إلى طرازين، هما:

١ - طراز البوبى:

ومن أهم أصنافه المنتشرة فى الزراعة فى مصر، ما يلى:

● سربو Serbo:

النبات مبكر قوى النمو، غزير التفريع، وغزير الإنتاج. القرون لحمية مستديرة المقطع قليلة الألياف، يبلغ متوسط طولها ١٥ سم، وبذوره الجافة بيضاء اللون.

● نوفاكس Novax:

النبات متوسط التبكير، ويشبه الصنف سربو فى صفات النمو والقرون.

٢ – طرز الهلدا (أو المنجيتو Mange-tout):

تتميز قرون هذا الطراز بأنها عريضة جدًّا (٢–٢,٥ سم) وطويلة جدًّا (٢٠–٣٠ سم)، لكنها غضة ومطلوبة فى التصدير إلى الأسواق الأوروبية، وخاصة فى المملكة المتحدة.

ومن أهم أصناف هذا الطراز المعروفة فى مصر، ما يلى:

● هيلدا Helda:

النبات متوسط التفريع، أوراقه عريضة، وقرونه مبططة يتراوح طولها بين ٢,٢، و ٢,٤ سم، وطولها بين ٢٢، و ٢٦ سم، وهى لحمية، غضة، قليلة الألياف، وخالية من الخيوط الجانبية. وبذوره الجافة بيضاء وعريضة. النبات مقاوم لفيرس موزايك الفاصوليا العادى.

الأصناف التى تؤكل بذورها الخضراء

لا تعرف فى مصر أصناف الفاصوليا التى تزرع لأجل بذورها الخضراء، ومن أشهرها ما يلى:

● دوارف هورتيكلشرل Dwarf Horticultural:

صنف متوسط الطول، تؤكل بذوره الخضراء، وتترك القرون إلى أن يكتمل نموها وتجمع قبل أن تجف أو تتصلب قصرة البذرة، مبكر ولا يحتاج إلى دعامات.

الأصناف التى تزرع لأجل بذورها الجافة

من أهم الأصناف التى تزرع لأجل بذورها الجافة فى مصر، ما يلى:

● جيزة ٣:

البذور بيضاء اللون، ويبلغ متوسط وزن البذرة ٠,٣٢ جم، وقد أسلفنا الإشارة إلى صفات هذا الصنف.

● جيزة ٦:

صنف قصير، أنتجته شعبة بحوث الخضر من التلقيح بين الصنفين سويس بلان، وجيزة ٣، يستعمل لإنتاج البذور الجافة فقط، بذوره بيضاء اللون، وقرونه تشبه قرون الصنف سويس بلان، ويحتوى كل قرن على ٥-٦ بذور، وهو صنف مقاوم للصدأ. وفيرس موزايك الفاصوليا العادى، والبذور الجافة كبيرة تماثل فى حجمها بذور الصنف سويس بلان (٠,٤٢ جم)، ويصل محصولها إلى ١,٢٥ طنًّا للفدان.

● سويس بلان Swiss Blanc:

صنف قصير تؤكل بذوره الجافة، والقرون متوسطة الطول ومستقيمة وكثيرة الألياف وبيضية المقطع، والبذور مستطيلة لونها أبيض عاجٍ، وهو صنف مبكر، شديد القابلية للإصابة بالصدأ، خاصة فى العروتين الخريفية والشتوية.

● نبراسكا:

صنف مبكر بنحو ٢٠ يومًا عن كل من جيزة ٣ وجيزة ٦، بذوره بيضاء كبيرة الحجم، والنبات مقاوم لكل من الصدأ وفيرس موزايك الفاصوليا العادى (Nassar وآخرون ١٩٧٩، والإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٣، والإدارة المركزية للبساتين ١٩٩٤، ومشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية ١٩٩٩).

وللمزيد من التفاصيل عن أصناف الفاصوليا بمختلف طرزها. يراجع Hedrick (١٩٢٨)، و Wade (١٩٣٧) بخصوص الأصناف القديمة، و Minges (١٩٧٢) بخصوص الأصناف التى أدخلت فى الزراعة بين عامى ١٩٣٧، و ١٩٧٢، و Tigchelaar (١٩٨٠، ١٩٨٦) بخصوص الأصناف التى أدخلت فى الزراعة بعد ذلك وحتى عام ١٩٨٦، و Wehner (١٩٩٩) بخصوص الأصناف التى أدخلت فى الزراعة بعد ذلك وحتى عام ١٩٩٩.

الفصل السابع

إنتاج الفاصوليا

التربة المناسبة

تنمو الفاصوليا في كل أنواع الأراضي تقريبًا بدءاً من الرملية الخفيفة إلى الطينية الطميية، كما تنمو كذلك في الأراضي العضوية، إلا أنه نادرًا ما يمكن الحصول على محصول جيد من الفاصوليا في الأراضي الثقيلة جدًّا، والتي تتشقق وتتعجن بدرجة كبيرة، حيث تقل فيها نسبة الإنبات، وذلك بسبب عدم قدرة البادرات على شق طريقها خلال التربة المتماسكة، خاصة وأن الإنبات في الفاصوليا هوائي؛ أي تظهر الفلقتان على سطح التربة. ويكون نضج الفاصوليا أسرع في الأراضي الخفيفة، ولكن المحصول يكون أقل عما في الأراضي الأثقل. وأفضل الأراضي لزراعة الفاصوليا هي الأراضي الطميية الخصبة الجيدة الصرف الغنية بالمادة العضوية.

يؤدى انضغاط التربة إلى ضعف النمو النباتي، ولكنه لا يؤثر كثيرًا على تكوين العقد الجذرية (Buttery وآخرون ١٩٩٤). ومن الأضرار الأخرى لانضغاط التربة على الفاصوليا زيادة حساسية النباتات للأمطار، وتأخير الحصاد، وانخفاض المحصول بنسبة حوالى ٥٠٪، ونقص النمو النباتي الكلي بمقدار ٣٠٪ مقارنة بما يكون عليه الحال في التربة غير المنضغطة (Wolfe وآخرون ١٩٩٥).

يتراوح أنسب pH للفاصوليا من ٥,٥٠-٦,٥، ولا تعطى الفاصوليا محصولاً جيدًا في الأراضي الشديدة الحموضة، وذلك لأنها حساسة للتركيزات المرتفعة من الألومنيوم والمنجنيز الذائبين. كما تعد الفاصوليا من أكثر محاصيل الخضر حساسية للملوحة، والتركيزات المرتفعة من عنصر البورون. وتؤدى الملوحة العالية إلى ضعف النمو، واصفرار الأوراق، واحتراق حوافها، ونقص المحصول، وصغر حجم القرون.

تأثير العوامل الجوية

تُعد الفاصوليا من محاصيل الجو الدافئ، وتحتاج إلى موسم نمو دافئ، خالٍ تمامًا من الصقيع. ويتراوح المجال الحرارى الملائم لإنبات البذور ونمو النباتات بين ١٨، و ٢٤°م. ولا تنبت البذور فى حرارة تقل عن ٨°م، أو تزيد عن ٣٥°م، حيث تتعفن فى التربة دون أن تنبت. وتزيد سرعة الإنبات تدريجيًا بارتفاع الحرارة من ١٥ إلى ٣٠°م.

وقد أوضحت دراسات .White & Montes-R (١٩٩٣) على ٢٠ صنفًا وسلالة من الفاصوليا أن درجة الحرارة الصغرى (الثابتة ليلاً ونهارًا) للإنبات كانت ٨°م، وازدادت بعدها سرعة الإنبات بارتفاع درجة الحرارة حتى ٢٩ إلى ٣٤°م. وبينما لم تختلف التراكيب الوراثية المختبرة فى درجة الحرارة الدنيا لإنبات البذور، فإنها تباينت كثيرًا فى درجة الحرارة المثلى فى حدود المدى الموضح أعلاه.

يتوقف نمو نباتات الفاصوليا وعقد قرونها فى حرارة تقل عن ١٠°م. ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة كثيرًا، أو سقوط الأمطار بغزارة إلى سقوط الأزهار والقرون الحديثة العقد. وتنخفض نسبة العقد بارتفاع درجة الحرارة عن ٣٢°م أثناء الإزهار، ويكون العقد ضعيفًا أو معدومًا فى درجة حرارة ٣٥°م. ويؤدى تعرض النباتات الكبيرة للحرارة العالية إلى اصفرار الأوراق، وظهور بقع بنية صغيرة بين العروق فى الورقة، وبقع أخرى حمراء على سطح القرون المواجه للشمس . وتختلف الأصناف فى شدة حساسيتها للحرارة العالية فيعقد الصنف كونتندر بصورة جيدة نسبيًا فى الجو الحار، ويتحمل الصنف كاليفورنيا California Red ارتفاع درجة الحرارة القصوى إلى ٣٨°م لمدة يومين أثناء تفتح الأزهار (Minges وآخرون ١٩٧١، و Yamaguchi ١٩٨٣).

طرق التكاثر والزراعة

تتكاثر الفاصوليا بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة.

كمية التقاوى

تتوقف كمية التقاوى التى تلزم لزراعة فدان من الفاصوليا على حجم بذور الصنف المستعمل، وموعد الزراعة حيث تزداد الكمية اللازمة عند الزراعة فى الجو البارد أو فى

الجو الحار، وعلى كثافة الزراعة (المسافة بين الخطوط وبين النباتات فى الخط الواحد، وما إذا كانت الزراعة على ريشة واحدة أم على ريشتى الخط)، حيث تزداد الكمية – بطبيعة الحال – بزيادة كثافة الزراعة.

وتبعًا لذلك، فإن كمية التقاوى التى تلزم لزراعة فدان فى الجو المعتدل وبالكثافة العادية تتباين، كما يلى:

الأصناف	كمية التقاوى (كجم/فدان)
البوبى العادية ذات البذور الكبيرة	٣٠
الرفيعة fine العادية	٢٠–٢٣
الرفيعة ذات البذور الصغيرة جدًّا	١٥
المتوسطة الطول ذات البذور العادية	٢٠
الطويلة ذات البذور العادية	١٥

وتزداد كمية التقاوى بمقدار حوالى ٢٥٪ عند إنتاج الفاصوليا الجافة (بسبب زيادة كثافة الزراعة)، وعند زراعة الفاصوليا القصيرة على الريشتين، وعند انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة عن الحدود المناسبة للإنبات الجيد للبذور عند الزراعة.

إعداد التقاوى للزراعة:

من أهم عمليات إعداد التقاوى للزراعة، ما يلى:

استبعاد البذور الصغيرة الحجم والمصابة بالأضرار الميكانيكية

تتم غربلة البذور لاستبعاد الصغيرة الحجم منها، وذلك لأنها تعطى محصولاً أقل من البذور المتوسطة والكبيرة الحجم، ولكن لا يمكن الاعتماد على البذور الكبيرة الحجم فقط فى الزراعة لأن ذلك لا يكون اقتصاديًّا (Pearson & Miklas ١٩٩٢). وتجدر الإشارة إلى أنه عند تساوى البذور فى حيويتها فإن قوة إنبات البذور seed vigor تتناسب مع حجمها.

وعلى الرغم من ذلك، فليس لقوة البذور أهمية عندما تكون الزراعة فى ظروف بيئية مناسبة للإنبات، أما عندما تكون ظروف التربة أو الجو غير مناسبة فإن البذور القوية

تزداد فيها نسبة الإنبات وسرعته عما يكون عليه الحال فى البذور الأقل قوة؛ مما يؤدى إلى زيادة المحصول (Opoku وآخرون ١٩٩٦).

ويتم كذلك استبعاد البذور التى تظهر بها أضرار ميكانيكية واضحة، نظرًا لأن إنباتها يكون ضعيفًا، وتعطى بادرات شاذة تكون قليلة أو عديمة المحصول. وتجدر الإشارة إلى أن سوء تداول التقاوى وإسقاطها – وهى بكميات كبيرة فى الأجولة – يؤديان إلى تشقق غلاف البذرة، وكسر الفلقات ومحور الجنين، وزيادة نسبة البادرات الشاذة عند الإنبات.

المعاملة بالمبيدات الفطرية

يوصى بمعاملة بذور الفاصوليا قبل زراعتها بأحد المبيدات الفطرية المناسبة قبل زراعتها، ويكون ذلك – عادة – بمعدل ٣ جم من المبيد لكل كيلو جرام من البذرة.

تهيئة البذور للزراعة بزيادة محتواها الرطوبى

تتم تهيئة البذور الشديدة الجفاف للإنبات بتركها لمدة أسبوع أو أسبوعين قبل الزراعة فى مكان تبلغ رطوبته النسبية حوالى ٦٠٪. تكتسب البذور بعض الرطوبة خلال تلك الفترة، ويؤدى ذلك إلى قلة إصابتها بالكسور الميكانيكية عند الزراعة، وقلة حالات الكسور بمحور الجنين عند الإنبات، وزيادة نسبة الإنبات فى الأراضى الباردة (Roos & Manalo ١٩٧٦، Ware & MaCollum ١٩٨٠).

وقد أوضحت دراسات Wilson & Trawatha (١٩٩١) أن زيادة محتوى البذور الرطوبى قبل الزراعة من ٧٪ إلى ١٤٪ أدى إلى تحسين الإنبات بمقدار ١٥–٣٠٪ عندما أجرى الرى بعد الزراعة، ولكن تلك المعاملة لم تكن مؤثرة عندما كانت الزراعة فى تربة مستحرثة سبق ريها قبل الزراعة. كذلك أدى ترطيب البذور إلى زيادة نسبة إنباتها بمقدار ١١٪ عندما كانت الزراعة فى الجو البارد، ولكن التحسن فى الإنبات كان بمقدار ٤٪ فقط عندما كانت الزراعة فى الجو الدافئ. كما حصل Demir وآخرون (١٩٩٨) على نتائج مماثلة حيث وجدوا أن رفع نسبة رطوبة البذور قبل زراعتها إلى ١٤–١٦٪ أدى إلى تحسين الإنبات وزيادة الوزن الجاف للبادرات.

المعاملة ببكتيريا العقد الجذرية

يوصى بمعاملة بذور الفاصوليا ببكتيريا العقد الجذرية، وهى تتوفر فى مصر فى صورة التحضير التجارى "عقدين". وتزداد الحاجة إلى هذه المعاملة فى حالة الزراعة فى الأراضى البكر، وتلك التى لم تسبق زراعتها بالفاصوليا، وعند تأخر زراعة الفاصوليا لعدة سنوات فى الحقل المراد زراعته، وفى حالات سبق تعقيم تربة الحقل، أو معاملتها بالمبيدات أو تعرضها لجفاف شديد، أو للغدق قبل زراعتها بالفاصوليا.

يختلف نوع العقدين المستعمل فى تلقيح البذور باختلاف المحصول البقولى. والنوع البكتيرى الذى يتوافق مع الفاصوليا هو *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli*. ويراعى عدم استعمال لقاح مضى على إنتاجه أكثر من ثلاثة شهور. يستعمل اللقاح بمعدل ٢٠٠ جم (كيس واحد) لمعاملة تقاوى الفدان الواحد من الفاصوليا، وتزيد هذه الكمية إلى ٤٠٠ جم عندما تكون الزراعة فى أرض لم تسبق زراعتها بفاصوليا لم تعامل بذورها بالبكتيريا.

تجرى المعاملة بالعقدين على النحو التالى:

١ – تذاب ٢–٣ ملعقة سكر فى ١,٥ كوب من الماء، ثم يضاف إليه محتويات كيس العقدين، ويقلب جيدًا.

٢ – تفرش التقاوى المراد تلقيحها على بلاستيك نظيف فى مكان مظلل، وينثر بانتظام معلق العقدين فى المحلول السكرى، ويقلب جيدًا مع التقاوى، حتى تغطى البذور كلها بالعقدين.

٣ – تترك التقاوى المعاملة بعد ذلك لتجف فى الظل لمدة حوالى ساعة، ثم تزرع فورًا.

٤ – تروى الأرض بعد الزراعة مباشرة فى حالة الزراعة العفير، أو بعد نحو ٧–١٠ أيام فى حالة الزراعة الحراثى.

أما إذا كانت البذور معاملة بالمطهرات الفطرية فإنها تزرع مباشرة، بينما يضاف العقدين إلى التربة مباشرة وتجرى المعاملة فى هذه الحالة بخلط ٦٠٠–٨٠٠ جم (٣–٤ أكياس) من العقدين مع حوالى ٥٠ كجم من الرمل الناعم أو التربة الناعمة، مع ترطيب

المخلوط بالماء. يكفي هذا المخلوط لمعاملة فدان. يضاف هـذا المخلـوط سَرًّا إلى جـوار خـط الزراعة ويغطى بالتربة، ثم يروى الحقل بعد ذلك مباشرة.

ويستفاد من دراسـات Ramos & Ribeiro (١٩٩٣) أن لمعاملـة البـذور (التـى سـبق تلقيحها بالرايزوبيم)، بالمطهرات الفطرية، مثـل البنليـت Benlate، والبـانروت Banrot تأثيرات سلبية بالغة على تكوين العقد الجذرية البكتيرية، وأن من الأفضـل فـى حالـة معاملة البذور بالمطهرات الفطرية إضافة البكتيريا فى صورة تحضيرات محببة إلى جـانب خط الزراعة.

كما يستدل مـن دراسـات Baird & Caruso (١٩٩٤) أن معاملـة البـذور بـالميكوريزا *Glomus* spp. مع بكتيريا الرايزوبيم يزيد من كفاءة البكتيريا فى تكوين العقد الجذريـة، حيث تتكون فى تجمعات وبأحجام كبـيرة. كذلـك حصـل Smith (١٩٩٦) علـى نتـائج مماثلـة عندمـا عـامل البـذور بـالميكوريزا *Gliocladium virens*. وازدادت كذلـك كميـة النيتروجين المثبتة مـن الهـواء الجـوى عندمـا زرعـت بـذور الفاصوليـا المعاملـة ببكتيريـا الرايـزوبيم فى جور سبق عدواها بأى من فطريـات الميكوريـزا *Glomus clarum*، و *G. etunicatum*، و *G. manihotis*، و *Gigaspora margarita* (Ibijbijen وآخرون ١٩٩٦).

طرق الزراعة

يجهز الحقل بالحرث والتزحيف مع إضافـة السـماد البلـدى بمعـدل ٣٠م^3 للفـدان، ويراعى أن تكون زراعة البـذور علـى ريشـة الخـط الشـمالية أو الغربيـة عندمـا تكـون الزراعة فى العروة الصيفية المتأخرة، وعلـى الريشـة الجنوبيـة أو الشـرقية عندمـا تكـون الزراعة فى العروة الصيفية المبكرة أو الخريفية المتأخرة.

وتكون الزراعة بإحدى طريقتين، كما يلى:

١ – الطريقة العفير:

تزرع البذور وهى جافة فـى أرض جافـة علـى عمـق ٤–٥ سـم، وتلـك هـى الطريقـة المناسبة للأراضى الرملية.

٢ – الطريقة الحراتى:

تزرع البذور وهى جافة فـى أرض سـبق ريـها، ثـم تركـت حتـى وصلـت إلى درجـة

الجفاف المناسبة، وهى عندما تصل رطوبتها إلى نحو ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية، وتلك هى الطريقة المفضلة لزراعة الفاصوليا فى الأراضى المتوسطة القوام والثقيلة. وتكون الزراعة على عمق ٣-٤ سم، ثم تغطى البذور بالثرى الرطب ثم بالتراب الجاف. وتجدر الإشارة إلى أن الزراعة العميقة عن ذلك تقلل من نسبة الإنبات، وتجعل البادرات أكثر عرضة للإصابة بفطر الرايزكتونيا *Rhizoctonia*، كذلك وجد Pearson & Miklas (١٩٩٢) أن الزراعة على عمق ٧,٥ سم أدت إلى زيادة نسبة غياب النباتات ونقص محصول البذور الجافة بنسبة ١٠-١١٪.

وتتوقف كثافة الزراعة، والمسافة بين الخطوط وبين النباتات فى الخط على نظام الرى المتبع، والصنف المستعمل فى الزراعة، كما يلى:

أولاً: عندما يكون الرى بطريقة الغمر

تكون الزراعة فى حالة الرى بالغمر على خطوط، كما يلى:

١ - فى حالة الأصناف القصيرة:

تكون الخطوط بعرض ٦٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢ خطًا فى القصبتين)، وتزرع البذور إما سرًا فى الثلث العلوى من الخط (فى شق يتم عمله لهذا الغرض) على مسافة ٥-٧ سم، أو قد تزرع كل بذرتين معًا فى جور، تبعد عن بعضها بمسافة ١٠-١٥ سم.

كذلك يمكن الزراعة على ريشتى خطوط بعرض ٧٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٠ خطوط فى القصبتين)، ولكن لا يوصى باتباع هذه الطريقة نظرًا لصعوبة إجراء عمليات الخدمة - وخاصة عملية العزيق - عند الزراعة بهذه الطريقة.

٢ - فى حالة الأصناف المتوسطة الطول:

تكون الخطوط بعرض ٨٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ٩ خطوط فى القصبتين)، وتزرع البذور إما سرًا على مسافة ٨-١٠ سم، أو فى جور على مسافة ١٥-٢٠ سم، وبمعدل بذرتين فى كل جورة.

٣ – فى حالة الأصناف الطويلة المدادة:

تكون الخطوط بعرض ١٢٠ سم، وتزرع البذور فى جور تبعد عن بعضها البعض بمسافة ١٥–٢٠ سم وبعدل بذرتين فى كل جورة.

ثانيًا: عندما يكون الرى بطريقة التنقيط

تلك هى الطريقة المفضلة لرى الفاصوليا فى الأراضى الرملية، ويفضل معها استعمال خراطيم الرى التى ترشح بامتداد طولها.

١ – فى حالة الأصناف القصيرة:

تزرع الأصناف القصيرة على مصاطب يتوقف عرضها على عدد الخطوط التى تزرع بها، كما يلى:

أ – المصاطب الثنائية الخطوط:

تلك هى الطريقة الشائعة لزراعة الفاصوليا، وفيها تكون المسافة بين مراكز المصاطب المتجاورة (مواضع خراطيم الرى) ١٢٠ سم، ويكون عرض المصطبة من أعلى ٩٠ سم، بينما تفصل مسافة ٣٠ سم بين كل مصطبتين متجاورتين. تزرع البذور فى خطين على جانبى خرطوم الرى، وعلى بعد ١٠ سم منه، أى تكون المسافة بينهما ٢٠ سم. وتكون زراعة البذور – فى كل خط – فى جور تبعد عن بعضها بمقدار ١٠ سم، وبمعدل بذرتين فى كل جورة.

ب – المصاطب الرباعية الخطوط:

يمكن كذلك زراعة أربعة خطوط من الفاصوليا، بمعدل خط واحد على كل جانب من جانبى خرطومين للرى على مصاطب بعرض ١٢٠ سم من أعلى، مع عمل حساب مسافة ٤٠ سم بين كل مصطبتين متجاورتين. يخدم كل مصطبة خرطومين للرى يبعدان عن بعضهما البعض بمسافة ٦٠ سم، وتكون خطوط الزراعة على مسافة ١٠ سم على كل جانب منهما.

٢ – فى حالة الأصناف المتوسطة الطول والطويلة:

عند زراعة الأصناف المتوسطة الطول والطويلة .. فإن مسافات الزراعة بين الخطوط وبين الجور فى الخط الواحد تزيد فيهما – عما فى الأصناف القصيرة – بمقدار ٥٠٪،

و ١٠٠٪ على التوالى، على أن يراعى – فى حالة الرى بالتنقيط – أن تكون زراعة الأصناف الطويلة على جانب واحد لخطوط (خراطيم رى) تبعد عن بعضها بمسافة ١٢٠ سم.

وعمومًا .. فإن المحصول – سواء أكان محصول القرون الخضراء، أم محصول البذور الجافة – يزداد بزيادة كثافة الزراعة. فمثلاً .. وجد أن زيادة كثافة الزراعة من ١٥ إلى ٢٧ نبات فى المتر المربع الواحد أدت إلى زيادة محصول الفاصوليا الجافة (Russo ١٩٩٥).

كذلك حصل Hashen & Barbary (١٩٩٧) على أعلى محصول من صنف الفاصوليا الفائق الرفع تافيرا Tavera عند زراعة ثلاثة نباتات فى الجورة كل ٢٠ سم، بينما حصلا على أعلى محصول صالح للتصدير عند زراعة ثلاثة نباتات فى الجورة كل ٣٠سم، وتلاها زراعة نباتين فى الجورة كل ٢٠ سم. هذا .. بينما أوضح Hashem & Ebida (١٩٩٧) أن أفضل كثافة زراعة لصنفى الفاصوليا تافيرا، وكاليبرا Calebra (وكلاهما من الأصناف الفائقة الرفع) كانت ٣٠ نبات/متر مربع فى العروة الصيفية، و ٤٠ نبات/متر مربع فى العروة الخريفية، علمًا بأن زيادة كثافة الزراعة أدت إلى تأخير الحصاد.

أما فى حالة الزراعة والحصاد الآليين .. فإن الحقل يسوى بصورة جيدة، ثم تجرى الزراعة على خطوط تبعد عن بعضها بمسافة ٧٥ سم، ويزرع من ٨–١٠ بذور فى كل قدم طولى (٣٠ سم) من الخط حتى تكون كثافة النباتات بعد الإنبات من ٧–٩ نباتات فى كل قدم طولى. وتكون الزراعة على عمق ٢–٢,٥سم، ويراعى أن تتراوح سرعة آلة الزراعة من ٣–٥ كم/ساعة، وذلك لأن زيادتها عن ذلك يزيد من إصابة البذور بالأضرار الميكانيكية. ويروى الحقل بالرش بعد الزراعة مباشرة (Sims وآخرون ١٩٧٧).

الزراعة تحت الأنفاق

تزرع الفاصوليا تحت الأنفاق فى المواسم الباردة لأجل التصدير.

إقامة الأنفاق

تثبت الأنفاق حول أقواس من السلك المجلفن الذى يكون بقطر ٤ مم، ويشكل على شكل نصف دائرة بالقطر المرغوب.

يتم إعداد الأرض للزراعة قبل إقامة الأنفاق، كما يتم مدّ خراطيم الرى بالتنقيط، ويجب أن يؤخذ فى الحسبان أن تكون الأنفاق فى اتجاه الريح السائدة، وخاصة الريح القوية، ويفضل أن تكون فى وضع يسمح بتعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس.

تتم الزراعة قبل إقامة الأنفاق مباشرة، أو بنحو ٣ أسابيع حسب موعد الزراعة، ويفضل اتباع نظام المصاطب الثنائية الخطوط، التى يكون عرضها من أعلى ٩٠ سم، بينما تفصل مسافة ٥٠ سم بين كل مصطبتين متجاورتين لتسهيل إقامة النفق.

وعند بناء الهيكل يتم تشكيل أقواس السلك المجلفن، مع عمل حلقة صغيرة تبعد عن كل من طرفيه بنحو ١٥ سم، ثم تغرس فى الأرض حتى موضع الحلقات، على أن يكون الغرس بميل فى اتجاه مركز النفق لأجل زيادة مقاومة النفق للرياح، ويتراوح طول السلك المكون للقوس من ١٦٠ سم للأنفاق التى يبلغ عرضها عند القاعدة ٦٠ سم إلى ٢٤٠ سم بالنسبة للأنفاق التى يبلغ عرضها عند القاعدة مترًا واحدًا، وإلى نحو ٢٧٥ سم للأنفاق التى يكون عرضها عند القاعدة ١٢٠ سم – حسب عدد الخطوط بالمصطبة – ولكنها تكون – غالبًا – بطول ٢٢٠ سم. وتثبت الأقواس على مسافة مترين من بعضها البعض فى الظروف العادية، وكل ١–١,٥م عندما يُتوقع هبوب رياح قوية. وتربط الأقواس معًا بخيط رفيع (دوبارة) قبل وضع الغطاء البلاستيكى عليها.

وعند وضع الغطاء البلاستيكى يربط أحد طرفيه حول وتد عند إحدى نهايتى النفق، ثم يفرد البلاستيك تدريجيًا فوق الأقواس، ويربط بوتد آخر من الناحية الأخرى للنفق، كما يتم الترديم جيدًا على البلاستيك بامتداد جانبى النفق. ويراعى وضع البلاستيك أثناء ارتفاع درجة الحرارة لكى يكون متمددًا؛ فلا يحدث له ارتخاء بعد تثبيته.

يُشد البلاستيك على الأقواس – فى المناطق التى تسودها رياح قوية – بواسطة خيوط تمر من خلال الحلقات الموجودة فى الأقواس؛ بحيث تكون الخيوط متقاطعة وعلى شكل

حلزونى، وقد تكون متقابلة، ويعمل ذلك على منع تحرك غطاء البلاستيك أو طيرانه بفعل الرياح القوية، كما يُسهل عملية التهوية فى الأيام المشمسة؛ برفع البلاستيك إلى أعلى، وتحريكه بين الأقواس والخيوط.

كما يُثَبت البلاستيك بوضع أقواس سلكية فوقه كل ٦-٨ أمتار، بخلاف الأقواس التى يستند عليها البلاستيك ذاته.

ويفضل ألا يزيد طول النفق على ٣٠ مترًا.

ويستخدم للأنفاق بلاستيك بعرض ١٦٠-٢٤٠ سم، وسمك ٥٠-٨٠ ميكرونا، حيث يقل عرض البلاستيك المستعمل وسمكه كلما قل عرض النفق المقام.

وتتطلب إقامة الأنفاق البلاستيكية على مساحة فدان، ما يلى:

٣٠٠ كجم سلك مجلفن سمك ٥ مم (وبطول ٢٢٠ سم لكل قوس).

٣٠٠ كجم بلاستيك شفاف بعرض ٢٢٠ سم وسمك ٦٠ ميكرونا.

١٠ كجم خيط للتربيط (دوبارة).

١٦٠ وتد خشب لتثبيت نهايات الأنفاق فيها.

هذا .. مع العلم بأن البلاستيك يستعمل لمدة موسم واحد فقط وربما موسمين، بينما يمكن استعمال خيوط التربيط لمدة موسمين، والأوتاد الخشبية لثلاثة مواسم، والسلك المجلفن – وكذلك شبكة الرى بالتنقيط – لمدة خمس سنوات.

تهوية الأنفاق

تعد تهوية الأنفاق من أهم عمليات الخدمة الزراعية عند الزراعة بهذه الطريقة. تحد التهوية من الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة داخل النفق نهارًا؛ حيث يكون لارتفاع الحرارة عن ٣٥°م أثرٌ سلبىّ على عقد القرون، كما أن التهوية تحد – كذلك – من ارتفاع الرطوبة النسبية؛ فتقل بالتالى احتمالات الإصابة بالأمراض، كما تقل ظاهرة تكثف بخار الماء على السطح الداخلى للنفق.

هذا .. وتُزال الأنفاق تمامًا، وتكشف النباتات عند ارتفاع درجة الحرارة وزوال خطر

تعرضها للصقيع، ويكون ذلك – عادة – خلال الأسبوع الثالث من شهر مارس. وكمرحلة أولى خلال هذه الفترة الحرجة التى تسودها الرياح – عادة – يمكن إدارة الأقواس السلكية بمقدار ٩٠°م؛ لتصبح فى محاذاة خط الزراعة، ثم طى الغطاء البلاستيكى للنفق عليها لتستخدم كمصدّ فعّال للرياح.

مواعيد الزراعة

يتوقف الموعد المناسب لزراعة الفاصوليا حسب منطقة الإنتاج والغرض من الزراعة، كما يلى:

الفاصوليا الجافة

تزرع الفاصوليا لأجل إنتاج البذور الجافة - أساسًا - فى العروة الصيفية، وهى التى تزرع فيها البذرة من أوائل فبراير إلى الأسبوع الأول من مارس، وتكون المواعيد المبكرة فى مصر العليا، والمتأخرة فى الوجه البحرى والمناطق الساحلية.

ويوصى – دائمًا – بالتبكير فى زراعة الفاصوليا الجافة فى العروة الصيفية حتى لا تتعرض النباتات للحرارة المرتفعة أثناء عقد القرون، فيقل محصول البذور تبعًا لذلك.

كذلك ينتج جزء من محصول البذور الجافة فى عروة خريفية تمتد زراعتها بين الأسبوع الأخير من أغسطس والأسبوع الأول من سبتمبر. ويؤدى تبكير زراعتها عن هذا الموعد إلى نقص محصول البذور، وذلك بسبب تعرض النباتات لدرجات حرارة عالية أثناء عقد القرون، وللإصابة الشديدة بذبابة الفاصوليا، كما أن تأخير زراعتها عن هذا الموعد يؤدى إلى تعرض النباتات فى نهاية موسم النمو لدرجات حرارة منخفضة؛ مما لا يتناسب مع نضج وجفاف البذور.

وعمومًا .. فإن العروة الصيفية هى الأنسب لإنتاج الفاصوليا الجافة، وذلك لأن الجو السائد فى نهاية موسم النمو يساعد على نضج وجفاف البذور.

الفاصوليا الخضراء

تزرع الفاصوليا لإنتاج القرون الخضراء طوال العام تقريبًا فى مناطق مختلفة من

الدولة، وتكون زراعتها إما مكشوفة أو محمية جزئيًا بالتزريب عليها، وإما محمية تحت الأنفاق البلاستيكية أو في الصوبات لأجل التصدير، كما يلي:

أولاً: الزراعات المكشوفة

١ - خلال النصف الأول من شهر أكتوبر في المناطق المجاورة لمسطحات مائية، مثل الإسماعيلية والفيوم، ويخصص معظم إنتاجها للتصدير.

٢ - خلال شهرى فبراير وديسمبر وأوائل يناير في بعض المناطق مثل محافظتى الجيزة والإسماعيلية، ويخصص معظم إنتاجها للتصدير. يراعى تدفئة النباتات في هذه العروة بالتسميد العضوى الجيد، والزراعة في الثلث السفلى من الخط، والرى عند توقع انخفاض الحرارة بشدة ليلاً، والتزريب بحطب الذرة أو جريد النخيل.

٣ - خلال شهرى ديسمبر ويناير في المناطق الدافئة من الوجه القبلى، ويمكن في حالة التوسع في زراعة هذه العروة أن يخصص إنتاجها للتصدير.

٤ - عروة صيفية عادية مكشوفة تمتد زراعتها من أوائل فبراير إلى منتصف مارس، وتكون المواعيد المبكرة في مصر العليا، والمتأخرة في الوجه البحرى والمناطق الساحلية.

٥ - خلال شهرى يونيو ويوليو، وتقتصر زراعة هذه العروة على المناطق الساحلية.

ثانيا: زراعات الأنفاق المحمية

يخصص إنتاج زراعات الأنفاق للتصدير، ويمتد موعد زراعة البذور فيها بين منتصف شهر أكتوبر إلى آخر يناير حسب منطقة الإنتاج، كما يلي:

منطقة الإنتاج	موعد زراعة البذور
الإسماعيلية والصالحية	من منتصف أكتوبر إلى منتصف يناير
جنوب التحرير والسادات	من منتصف أكتوبر إلى آخر نوفمبر، وخلال يناير
النوبارية	من منتصف أكتوبر إلى الأسبوع الأول من نوفمبر أو خلال يناير

ثالثا: زراعات البيوت المحمية

تكون زراعة البذور فى الزراعات المحمية ابتداء من شهر أكتوبر، ويخصص محصولها للتصدير.

التخطيط لزراعات صغيرة متتابعة فى المساحات الكبيرة

يلزم فى المزارع الكبيرة أن يتم توقيت عدد من الزراعات الصغيرة المتتابعة حتى لا ينضج المحصول كله فى وقت واحد فتحدث مشاكل فى الحصاد والتسويق، خاصة وأن الفترة المناسبة للحصاد الآلى فى المزارع الكبيرة المخصصة للتصنيع قد لا تتعدى يومًا أو يومين. ولا يجدى عمل عدة زراعات متتالية فى الجو البارد دون مراعاة لحالة الإنبات، وذلك لأن جميع الزراعات قد تصبح جاهزة للحصاد فى وقت واحد. لذا .. فإنه يجب الانتظار حتى تظهر تباشير الإنبات فى الزراعة السابقة قبل إجراء الزراعة التالية. ويمكن استخدام نظام الوحدات الحرارية فى التخطيط للزراعة (حسن ١٩٩٨). وتبلغ درجة حرارة الأساس للفاصوليا ١٠°م، وتطرح درجة حرارة الأساس من معدل درجة الحرارة اليومى.

$$\text{المعدل اليومى} = \frac{\text{درجة الحرارة العظمى} + \text{درجة الحرارة الصغرى}}{٢}$$

وتجرى الزراعات المتتالية عندما يتجمع من ١١-١٤ وحدة حرارية (Sandsted ١٩٦٦).

عمليات الخدمة

الترقيع والخف

يتم ترقيع الجور الغائبة أمام الرية الأولى بعد الإنبات فى الأراضى الرملية، وبعد رية المحاياة والجفاف المناسب فى الأراضى الثقيلة. كما يجرى الخف – إذا لزم – بعد تمام الإنبات، وقبل ريّة المحاياة على أن يترك نبات واحد أو نباتان بكل جورة.

العزيق

إن أفضل وسيلة لمكافحة الحشائش فى حقول الفاصوليا هى بالعزيق الجيد (Mullins & Straw ١٩٨٨).

تعزق حقول الفاصوليا من ٣-٤ مرات الأولى بعد تمام الإنبات، ثم كل حوالى ثلاثة أسابيع بعد ذلك مع مراعاة ما يلى:

١ - يجب أن يكون العزيق سطحيًا حتى لا تقطع الجذور التى يكون نموها كثيفًا فى العشرين سنتيمتر السطحية من التربة.

٢ - يراعى عدم إجراء العزيق عندما تكون النباتات مبتلة للحد من انتشار الأمراض.

٣ - يلاحظ أن الفاصوليا تكون فى أكثر مراحل نموها حساسية لاضرار العزق عند عقد القرون.

وتعتبر الفاصوليا من الخضر الشديدة الحساسية للحشائش، ويقل محصولها بشدة إذا أهملت الحشائش، ويزداد الضرر مع زيادة الفترة التى تمر قبل بدء المكافحة. وإذا تمت مكافحة الحشائش خلال الشهر الأول فقط .. فإن النباتات تعطى نحو ٩٣٪ من المحصول الذى تنتجه إذا ما كوفحت الحشائش طول الموسم.

استعمال مبيدات الأعشاب

يمكن مكافحة الحشائش فى حقول الفاصوليا بكفاءة عالية باستعمال أحد المبيدات التالية:

١ - ترفلان Treflan (ترفلورالين Trifluralin)، ويستعمل بمعدل ٢٥٠-٣٥٠ جم من المادة الفعّالة للفدان ترش مع ٢٠٠-٢٥٠ لتر من الماء قبل الزراعة. ويجب خلط المبيد فى التربة بالحرث لعمق ٥-١٠ سم بعد المعاملة مباشرة، وتفيد المعاملة فى مكافحة الحشائش الحولية خاصة النجيلية منها.

٢ - إبتام Eptam (أو EPTC)، ويستعمل بمعدل ١,٥ كجم من المادة الفعّالة ترش قبل الزراعة مع نحو ١٠٠ لتر ماء. ويجب خلط المبيد فى التربة بالحرث بعد المعاملة

مباشرة، وتفيد المعاملة فى مكافحة الحشائش الحولية خاصة النجيلية منها (Sims وآخرون ١٩٧٧).

٣ – كذلك يستعمل قبل الزراعة مبيدات: استومب بمعدل ١,٧ لتر للفدان أو رونستار بمعدل لترين للفدان فى العروة الصيفية، ومبيدات: أفالون بمعدل كيلو جرام واحد للفدان أو توبوجارد بمعدل ١,٥ لتر للفدان. تضاف تلك الكميات إلى ٤٠٠ لتر ماء فى حالة استخدام الموتور أو إلى ٢٠٠ لتر فى حالة استعمال الرشاشة الظهرية، وترش بها سطح التربة قبل الريّة السابقة للزراعة (مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية ١٩٩٩).

الرى

يجب أن تتوافر الرطوبة الأرضية للفاصوليا بالقدر المناسب فى جميع مراحل نموها مع مراعاة ما يلى:

١ – لا تروى الفاصوليا عادة إلا بعد أن يتكامل الإنبات، وذلك لأن الرى قبل ذلك يؤدى إلى تعفن البذور وضعف نمو البادرات. وإذا تطلب الأمر إجراء الرى قبل الإنبات، وهو ما يحدث فى الأراضى الرملية الخفيفة، وفى الجو الحار الجاف، فإنه يجب فى هذه الحالة أن يكون الرى سريعًا، على أن يصل الماء إلى موقع البذور بالنشع. ويساعد الرى المنتظم بعد الإنبات على استمرار النمو الخضرى القوى.

وقد أوضحت دراسات Singh (١٩٨٩) أن محصول الفاصوليا من القرون الخضراء ازداد بزيادة الرى حتى ٨٠٪ من البخر السطحى (E_{pan})، على الرغم من استمرار زيادة النمو الخضرى بزيادة الرى حتى ١٠٠٪ من البخر السطحى. وبالنسبة للفاصوليا الجافة .. حصل Al-Kaisi وآخرون (١٩٩٩) على زيادة فى محصول البذور بزيادة الرى إلى ٠,٦٧٪ وحتى ١٣٣٪ من البخر السطحى – حسب الظروف الجوية – إلا أن زيادة الرى إلى ١,٣٣٪ من البخر السطحى أدت إلى عدم تعمق الجذور، مع زيادة فقد الماء والأسمدة بالرشح.

ويفضل دائمًا رى حقول الفاصوليا كلما انخفضت رطوبتها حتى ٦٠ إلى ٥٠٪ من

الرطوبة الميسرة لامتصاص النبات في منطقة نمو الجذور. ومن الطبيعي أن كمية الماء التى تلزم في كل رية تتوقف على طبيعة التربة وعلى المدى الذى يصل إليه نمو الجذور، علمًا بأن جذور الفاصوليا تنتشر بمقدار ١٢-١٥ مم يوميًا إن لم توجد عوائق تحد من نموها (Smittle ١٩٩٠).

٢ - يؤدى نقص الرطوبة الأرضية قبل الإزهار مباشرة، أو أثناء مرحلة الإزهار إلى نقص المحصول بشدة. وقد تبين من دراسات Dubetz & Mahalle (١٩٦٩) أن نقص الرطوبة الأرضية حتى درجة شد رطوبى مقدارها ٨ بار قبل الإزهار أو أثناءه، أو بعده أدى إلى نقص المحصول بمقدار ٥٣٪، و ٧١٪، و ٣٥٪ على التوالى.

٣ - كما يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى تكوين قرون مشوهة (Minges وآخرون ١٩٧١).

٤ - تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية - أكثر من اللازم - إلى اصفرار الأوراق، وسقوط الأزهار والقرون الصغيرة، ونقص المحصول. ويجب ألا يصل ماء الرى إلى قمة الخطوط أبدًا.

٥ - تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية - قرب نهاية موسم النمو - إلى كثرة النمو الخضرى، وتأخير النضج، وتعفن القرون السفلى (مرسى والمربع ١٩٦٠).

٦ - يجب عدم منع الرى عن الحقول المخصصة لإنتاج البذور الجافة بهدف دفع النباتات إلى النضج؛ لأن ذلك يؤدى إلى جفاف القرون وانكماشها بشدة حول البذور؛ مما يجعل من الصعب استخلاصها (Shoemaker ١٩٥٣)، ولكن لا تروى الحقول بعد اصفرار ٧٥٪ من النباتات.

٧ - لم يلاحظ أى تأثير لنقص الرطوبة الأرضية على نسبة الألياف بالقرون حتى إذا استمر الرى بعد الإزهار بالقدر الذى يحدث معه ذبولاً مؤقتًا يوميًا (Nightingale وآخرون ١٩٦٨).

التسميد

أعراض نقص العناصر

١ - النيتروجين:

تظهر أعراض نقص النيتروجين فى كل أنواع الأراضى وتزداد حدتها فى الأراضى الرملية، وتكون على صورة اصفرار عام وشحوب فى لون جميع أوراق النبات فيما عدا الأوراق الحديثة، كما يكون النمو بطيئًا، ويقل الإزهار، ولا تمتلئ القرون جيدًا.

٢ - الفوسفور:

تظهر أعراض نقص العنصر فى البداية على الأوراق العليا للنبات، حيث تبدو صغيرة وبلون أخضر داكن، بينما تكتسب الأوراق السفلى لونًا بنيًّا وتموت مبكرة، وتكون النباتات التى تعانى من نقص العنصر متقزمة، وذات سيقان رفيعة وسلاميات قصيرة، وتمتد فيها فترة النمو الخضرى، بينما يتأخر فيها الإزهار وتقل مدته، وغالبًا ما تسقط الأزهار فى النباتات التى تعانى من نقص العنصر ويقل فيها إنتاج القرون وعقد البذور.

٣ - البوتاسيوم:

تظهر أعراض نقص العنصر على صورة اصفرار بحواف الأوراق، ثم جفاف تلك الحواف وموتها، ثم جفاف المساحات التى بين العروق كذلك، وقد تلتف الأوراق إلى أسفل، ولكن الحواف الجافة تلتف إلى أعلى. كذلك تكون سيقان النباتات ضعيفة، وسلامياتها قصيرة، كما تكون جذورها ضعيفة.

٤ - الكالسيوم:

تظهر أعراض نقص الكالسيوم على صورة ارتخاء فى الأوراق، وموت للقمم النامية، وتصبح الأوراق المسنة خضراء قاتمة اللون، مع ظهور اصفرار بالأوراق الحديثة. ومع استمرار حالة نقص العنصر تجف الأوراق المسنة وتموت. كذلك يؤدى نقص العنصر إلى اصفرار القرون وعدم صلابتها، وقد تفشل البذور فى التكوين.

٥ - المغنيسيوم:

يؤدى نقص المغنيسيوم إلى ظهور اصفرار بين العروق فى الأوراق، ويعقب ذلك ظهور

بقع صغيرة متحللة فى المناطق الصفراء على السطح العلوى للأوراق. تكون هذه البقع ذات زوايا، وغير منتظمة الشكل، وغائرة، ويبلغ قطرها حوالى ٠,٥ مم.

٦ – الكبريت:

نادرًا ما تظهر أعراض نقص الكبريت على الفاصوليا، وهى التى تتشابه مع أعراض نقص النيتروجين، ولكن الاصفرار المتجانس يبدأ ظهوره على الأوراق العليا للنبات قبل أن يشمل باقى الأوراق.

٧ – الحديد:

تظهر أعراض نقص الحديد فى الأراضى القلوية والجيرية، وكذلك عند الإفراط فى التسميد الفوسفاتي حيث يترسب الحديد الذائب فى صورة فوسفات حديد غير ذائبة. يؤدى نقص العنصر إلى شحوب واصفرار الأوراق الحديثة بينما تبقى العروق خضراء اللون، وقد يلى ذلك ظهور تحلل لأنسجة الأوراق المصفرة. كذلك يظهر انحناء إلى أسفل فى أطراف الأوراق المكتملة التكوين، ثم ذبول تلك الأطراف.

٨ – البورن:

تظهر أعراض نقص البورون فى الأراضى القلوية التى تتعرض للجفاف. وتبدأ أعراض نقص العنصر بموت القمة النامية للنبات، مما يؤدى إلى نمو فروع كثيرة من البراعم الإبطية، ولكن قمتها النامية تموت بدورها وتصبح الأوراق الأولية (أولى أوراق النبات) سميكة، وجلدية، ومشوهة، بينما تكوّن الأوراق الثلاثية وريقة واحدة أو وريقتين مشوهتين، وتصبح أعناقها سهلة التقصف، ويظهر الاصفرار بين العروق على جميع الأوراق، وتصبح السيقان سميكة عند العقد، وتسقط الأزهار أو تعطى قرونًا لا تكمل نموها، ويكون النمو الجذرى ضعيفًا، وتظهر شقوق طولية بالقرب من قاعدة الساق. وتزداد شدة الأعراض عند انخفاض الرطوبة الأرضية. هذا وتختلف أصناف الفاصوليا فى شدة تأثرها بنقص العنصر.

وتؤدى زيادة البورون إلى تسمم النباتات، وأهم أعراض التسمم اصفرار وموت حواف الأوراق المسنة، ويظهر ذلك عندما يزيد محتوى البورون فى التربة عن ٥ أجزاء فى

المليون. ويحدث التسمم عند زيادة التسميد بالبورون عما ينبغى، أو عند زراعة الفاصوليا بعد محاصيل سمدت جيدًا بالبورون مثل البنجر، أو عند الرى بمياه آبار عالية فى محتواها من البورون. وقد وجد Francois (١٩٨٩) من دراسته على الفاصوليا فى المزارع الرملية أن محصول القرون الخضراء ينخفض بنسبة ١٢,١٪ مع كل زيادة مقدارها جزء واحد فى المليون من البورون فى المحلول المغذى عن تركيز جزء واحد فى المليون، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى عدد القرون/نبات، ونقص فى النمو الخضرى.

٩ – النحاس:

قد تظهر أعراض نقص النحاس فى الأراضى الرملية، حيث يؤدى نقص العنصر إلى تقزم النباتات وقِصَر سُلَاميَاتها، كما تبدو الأوراق باهتة إلى رمادية أو خضراء مزرقة فى اللون. وتظهر بالقرب من عروق الأوراق عند قواعد الوريقات مناطق متحللة غير منتظمة الشكل، ويلى ذلك ذبول الأوراق وموتها. كذلك تموت القمم النامية للنبات ويقل إزهارها.

١٠ – المنجنيز:

تظهر أعراض نقص المنجنيز فى الأراضى القلوية، وفى الرديئة الصرف، وتكون على صورة اصفرار فيما يبين العروق، مع ظهور نقط صغيرة متحللة بالأوراق الحديثة حول العروق قبل اصفرارها تمامًا. أما الأوراق المسنة فإنها تكون صفراء ذهبية اللون، وقد تكون القرون صغيرة وغير ممتلئة، والنباتات متقزمة.

١١ – الزنك:

تظهر أعراض نقص الزنك فى الأراضى القلوية، وتزداد حدتها عند انضغاط التربة، وعند الإفراط فى استعمال الأسمدة العضوية أو الفوسفاتية. يؤدى نقص العنصر إلى اصفرار ما بين العروق فى الأوراق الحديثة وتشوهها، وصغرها فى الحجم، وتجعدها (شكل ٧-١، يوجد فى آخر الكتاب). وقد تظهر على الأوراق المسنة مساحات متحللة بين العروق. كما قد تموت الأزهار والقرون الحديثة العقد. وفى حالات النقص الشديد تبدو الأوراق الجديدة بيضاء اللون وقد تموت النباتات، وقد أوضح Moraghan (١٩٩٦) أن

زيادة تركيز الزنك فى التربة إلى ٨ مجم/كجم أدى إلى خفض تركيز الفوسفور فى البذور بنسبة – تراوحت حسب المصدر السمادى للزنك – بين ١٠٪، و ١٥٪.

١٢ – الموليبدنم:

تظهر أعراض نقص الموليبدنم فى الأراضى الحامضية وهى تشبه أعراض نقص النيتروجين (عن Hall ١٩٩١). ويؤدى توفر الموليبدنم إلى زيادة حجم عقد الرايزوبيم الجذرية – ربما بسبب تأخير وصولها إلى مرحلة الشيخوخة – ومن ثم زيادة فترة كفاءتها فى تثبيت آزوت الهواء الجوى (Vieira وآخرون ١٩٩٨).

الاحتياجات السمادية

على الرغم من أن الفاصوليا من النباتات البقولية إلا أنها ليست على درجة عالية من الكفاءة فى التعايش مع بكتيريا العقد الجذرية. وتستجيب الفاصوليا للتسميد الآزوتى بصورة جيدة، خاصة فى الأراضى الخفيفة، ولكن زيادة التسميد الآزوتى – خاصة مع زيادة الرطوبة الأرضية – تؤدى إلى تأخير النضج، وكثرة النمو الخضرى على حساب النمو الثمرى، وصعوبة إجراء عملية الحصاد الآلى. وتقل الحاجة للتسميد الآزوتى عند إنتاج البذور الجافة، ويلزم حينئذ إعطاء عناية أكبر للتسميد البوتاسى الذى يؤدى إلى زيادة محصول البذور، والتسميد الفوسفاتى الذى يؤدى إلى سرعة النضج وزيادة المحصول.

وقد أوضحت دراسات Sangakkara وآخرون (١٩٩٥) أن التسميد البوتاسى يحفز نمو بكتيريا الرايزوبيم المثبتة لآزوت الهواء الجوى فى جذور الفاصوليا، ومن ثم يقلل من الاعتماد على التسميد الآزوتى.

تمتص نباتات الفدان الواحد من الفاصوليا عادة نحو ٨٥ كجم نيتروجين، و ٨ كجم فوسفور، و ٥٠ كجم بوتاسيوم، وتصل نحو نصف هذه الكميات للبذور.

ويمكن الاستدلال من تحليل النباتات على مدى حاجتها للتسميد. ففى منتصف مرحلة النمو الخضرى .. تكون المستويات الكافية من العناصر فى عنق الورقة الرابعة من قمة النبات، هى: ٤٠٠٠ جزء فى المليون من النيتروجين (على صورة ن أ٣ NO_3)،

و ٣٠٠٠ جزء فى المليون من الفوسفور (على صورة فوأ$_4$ PO$_4$)، و ٥٪ بوتاسيوم. ويدل انخفاض المستوى إلى ٢٠٠٠ جزء فى المليون للنيتروجين، و ١٠٠٠ جزء فى المليون للفوسفور، و ٣٪ للبوتاسيوم على نقص هذه العناصر. وبالمقارنة .. فإن مستويات الكفاية والنقص تنخفض عند بداية مرحلة الإزهار لتصبح كما يلى – الكفاية : ٢٠٠٠ جزء فى المليون NO_3، و ٢٠٠٠ جزء فى المليون PO_4، و ٤٪ K، والنقص: ١٠٠٠ جزء فى المليون NO_3، و ٨٠٠ جزء فى المليون PO_4، و ٢٪ K.

هذا .. وقد قدرت حاجة نباتات الفاصوليا من العناصر بنحو ٣٠–٥٠ كجم نيتروجين، و ٣٠–٥٠ كجم P_2O_5، و ١٥–٧٥ كجم K_2O للفدان فى أنواع مختلفة من الأراضى (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

وتستجيب الفاصوليا للتسميد بعنصر المنجنيز، كما أنها تعد أكثر من غيرها احتياجًا للتسميد بالزنك. وقد تحتاج النباتات إلى التسميد بالمنجنيز خاصة فى الأراضى القلوية، ويعالج نقص العنصر برش النباتات مرتين عند بداية ظهور أعراض النقص (وهو اصفرار المساحات بين العروق فى الورقة) بمعدل ٢ كجم سلفات المنجنيز فى ٢٠٠ لتر ماء، على أن تكون الرشة الثانية بعد أسبوع من الأولى. وإذا كان معلومًا من الزراعات السابقة أن تربة الحقل ينقصها هذا العنصر .. وجبت إضافة سلفات المنجنيز أثناء تجهيز الحقل، بمعدل ٢٥–٥٠ كجم للفدان. وتعد الفاصوليا من أكثر محاصيل الخضر حساسية لزيادة عنصر البورون فى التربة، لذا ... فإنها غالبًا ما تتعرض للتسمم بهذا العنصر إذا زرعت بعد البنجر الذى يسمد عادة بالبوراكس.

وتبعًا لدراسات Guvenc (١٩٩٦) فإن رش نباتات الفاصوليا ثلاث مرات باليوريا بتركيز ٠,٤٪ كل أسبوعين أدى إلى زيادة محصول القرون، وإلى زيادة محتوى الأوراق من كل من النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم.

كذلك أدى حقن (تلقيح) نباتات الفاصوليا بأى من فطريات الميكوريزا *Glomus clarum*، و *G. etunicatum*، و *G. manihotis*، و *Gigaspora margarita* إلى زيادة إنتاج المادة الجافة بنسبة ٨–٢٣٪، وزيادة تركيز الفوسفور فى النباتات بنسبة ١٦٠–٣٣٥٪ (Ibijbijen وآخرون ١٩٩٦).

برنامج التسميد

أيًا كان برنامج التسميد المتبع، فإن حقول الفاصوليا تسمد بنحو ١٥م[٣] من سماد الماشية، أو ١٠م[٣] من سماد الدواجن عند تجهيز الأرض للزراعة، يضاف إليها حوالى ٥٠–١٠٠ كجم من الكبريت الزراعى للفدان.

ويتوقف برنامج التسميد الموصى به على كل من خصوبة التربة ونظام الرى المتبع، كما يلى:

أولاً: فى حالة الرى بالغمر:

يكون تسميد الفاصوليا على النحو التالى (بالكيلو جرام للفدان):

خصوبة التربة	مرحلة النمو	النيتروجين (N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم K_2O
الأراضى الخصبة	بعد تمام الإنبات	٢٠	١٥	١٠
	عند بداية الإزهار	٢٠	١٥	٢٠
	عند بداية العقد	١٠	—	٢٠
الأراضى الفقيرة	بعد تمام الإنبات	٢٥	٣٠	١٥
	عند بداية الإزهار	٣٠	١٥	٢٥
	عند بداية العقد	١٥	—	٣٠

يكون التسميد قبل الرى مباشرة، وسرًا فى بطن الخط، مع استعمال نترات النشادر (٣٣,٥٪ N) كمصدر للنيتروجين، والسوبر فوسفات العادى (١٦٪ P_2O_5) كمصدر للفوسفور، وسلفات البوتاسيوم (٤٨٪ K_2O) كمصدر للبوتاسيوم.

هذا .. وتحتاج الأصناف الطويلة إلى كميات أكبر من الأسمدة مع توزيع إضافتها على فترة أطول.

ثانيًا: فى حالة الرى بالتنقيط:

١ – توصيات وزارة الزراعة:

توصى وزارة الزراعة المصرية (الإدارة المركزية للبساتين ١٩٩٤) بتسميد الفاصوليا من خلال شبكة الرى بالتنقيط على النحو المبين فى جدول (٧–١).

جدول (٧-١): التركيز المستخدم من مختلف الأسمدة التجارية (بالجرام لكل متر مكعب من ميـــاه الرى)، بمعدل ثلاث مرات أسبوعيًا، خلال مختلف مراحل النمو.

	السماد					
مرحلة النمو	سلفات النشادر	نترات النشادر	اليوريا	سلفات البوتاسيوم	سلفات المغنيسيوم	حامض الفوسفوريك
من اكتمال الإنبات إلى بداية الإزهار	١٥٠	—	١٥٠	٢٠٠	—	٥٠
من بداية الإزهار إلى بداية الحصاد	—	٢٠٠	—	٢٠٠	١٠٠	—
من بداية الحصاد حتى قبل نهاية موسم حصاد المحصول الأخضر بنحو أسبوع	—	١٥٠	—	٣٠٠	—	٥٠

ويدعَّم ذلك البرنامج بإضافة نحـو ١٠٠ كجم مـن نـترات الجـير للفـدان بعـد بدايـة الإزهـار بنحـو أسـبوعيـن على أن تـوزع تحـت النقاطات، وليس من خلال شبكة الرى.

كذلك تُعطى حقول الفاصوليا ٣-٤ رشات من أسمدة العناصر الصغرى. يخلط الحديد المخلبى مع الزنك المخلبى، والمنجنيز المخلبى، وكبريتات النحـاس، والبوراكس بنسـبة ٣ : ١ : ١ : ٢,٠ : ٢,٠ بالوزن على التوالى، ثم يستعمل هذا المخلوط رشًا بمعـدل ٢٥ جم/١٠٠ لتر ماء. يبدأ الرش بعد الإنبات بنحو ثلاثة أسابيع، ثم يستمر كل أسبوعين.

٢ – برنامج مُقترح:

يوصى فى الأراضى الصحراوية التى تروى بالتنقيط تسميد الفاصوليا على النحو التالى (بالكيلو جرام للفدان):

موعد التسميد	النيتروجين (N)	الفوسفور (P_2O_5)	البوتاسيوم (K_2O)
قبل الزراعة	١٠	٤٥	٢٥
أثناء النمو النباتي	٦٠	١٥	٤٥
المجموع	٧٠	٦٠	٧٠

ويكون توزيع العناصر (بالكيلو جرام للفدان) أثناء النمو النباتي مع مياه الري بالتنقيط على النحو التالي:

العنصر	الشهر الأول	الشهر الثاني	الشهر الثالث
النيتروجين (N)	٢٠	٢٥	١٥
الفوسفور (P_2O_5)	٥	٥	٥
البوتاسيوم (K_2O)	١٠	١٥	٢٠

تستعمل في التسميد إما الأسمدة المركبة السريعة الذوبان، وإما الأسمدة البسيطة مع استعمال نترات النشادر كمصدر للنيتروجين، وحامض الفوسفوريك كمصدر للفوسفور، وسلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم.

ويفضل دائمًا أن يكون التسميد بمعدل ٤-٥ أيام فقط أسبوعيًا مع تخصيص باقي الأيام للري بدون تسميد نظرًا لحساسية الفاصوليا لزيادة تركيز الأملاح، وأفضل نظام هو التسميد لمدة يومين وتخصيص اليوم الثالث للغسيل؛ وبذا .. يكون التسميد بمعدل ٢٠ يوم شهريًا، وتحسب كميات الأسمدة اليومية المخصصة في كل شهر على هذا الأساس.

وبناء على النظام المقترح أعلاه للتسميد (من حيث أنواع الأسمدة البسيطة والتسميد بمعدل ٢٠ يوم شهريًا) تكون كميات الأسمدة الفعلية (بالكيلو جرام للفدان في كل مرة تسميد) على النحو التالي:

السماد	الشهر الأول	الشهر الثاني	الشهر الثالث
نترات النشادر	٣,٠٠	٣,٧٥	٢,٢٥
حامض الفوسفوريك	٠,٥٠	٠,٥٠	٠,٥٠
سلفات البوتاسيوم	١,٠٠	١,٥٠	٢,٠٠

وكما أسلفنا في البرنامج الأول للتسميد .. تُسمد الفاصوليا - رشًا - بمخلوط العناصر الدقيقة كل أسبوع إلى ثلاثة أسابيع ابتداء من بعد الإنبات بثلاثة أسابيع.



الفصل الثامن

فسيولوجيا الفاصوليا

سكون وإنبات البذور

يكون إنبات بذور الفاصوليا هوائيًّا epigeal (أى تظهر الفلقتان فوق سطح التربة)، بينما يكون إنبات فاصوليا ملتى فلورا scarlet runner beans (وهى: *P. coccineus*) أرضيًّا hypogeal. لا تمر البذور المكتملة التكوين بأى طور راحة rest period. تمتص البذور الماء من خلال فتحة النقير، ونادرًا ما ينفذ الماء من خلال قصرة البذرة. أما البذور الصلدة التى لا تمتص الماء فإن نقيرها يمنع غالبًا مرور الماء إلى داخلها (عن Davis ١٩٩٧)، وتلك هى حالة السكون dormancy فى الفاصوليا، وهى الحالة التى تعرف باسم hard seed coats، أو اختصارًا بالبذور الصلدة hard seeds. وبرغم أن هذه الظاهرة شائعة فى السلالات البرية من الفاصوليا إلا أنها نادرة فى الأصناف التجارية. ومن الأصناف التجارية التى وجدت بها هذه الحالة كل من: Top Notch، و Golden Wax، و Blue Lake، و Green Savage، و White Seeded Kentucky.

ومن المعروف جيدًا أن بذور الفاصوليا تصبح صلدة إذا انخفضت نسبة الرطوبة فيها إلى أقل من ٨٪؛ فمثلاً .. وجد أن تخزين البذور فى حرارة ٢١°م ورطوبة نسبية ٢٠٪ إلى أن وصلت رطوبتها إلى ٧,٩٪ جعلها صلدة، كما أدى تجفيف بذور الصنف White Seeded Kentucky Wonder فوق كلوريد الكالسيوم لمدة ٦٠ يومًا فى جو رطوبته النسبية ١٠٪ إلى زيادة نسبة البذور الصلدة من ٣٣,٥٪ إلى ٧٤,٤٪، علمًا بأن نسبة الرطوبة فى البذور كانت ٨,٣٪ عند بداية التجفيف. ويمكن تصحيح الوضع بالنسبة لهذه البذور بتخزينها – لمدة أسبوعين قبل الزراعة – فى درجة حرارة ٢١°م، مع رطوبة نسبية مقدارها ٦٠٪ (Justice & Bass ١٩٧٩، Dickson & Boettger ١٩٨٢).

وتفيد هذه المعاملة فى تحسين إنبات البذور فى الجو البارد، فقد وجد لدى زراعة

بذور تجارية تراوحت نسبة الرطوبة فيها من ٧٫٧ إلى ١٣٫٧٪ – فى أرض باردة – أن أفضل إنبات كان عند زيادة نسبة الرطوبة فى البذور عن ١٢٪. ولكن ذلك قد لا يتحقق إذا كانت الزراعة فى تربة جافة نظرًا لأن البذور الرطبة تفقد جزءًا من رطوبتها بسرعة كبيرة بعد الزراعة فى مثل هذه الظروف (Roos & Manalo ١٩٧٦).

ظاهرة تمزق قصرة البذرة

تعرف ظاهرة تمزق قصرة البذرة seed coat rupture – كذلك – باسم انفصال الفلقتان spitting of cotyledons، ووجه السمكة fish face، ورأس السمكة fish head. تتمزق قصرة البذرة عند قمة الفلقات أثناء تكوينها، وتبرز الفلقات التى تصبح – حينئذ – مكشوفة إلى خارج القصرة، وتأخذ شكلاً قمعيًا وتصبح خشنة الملمس ومسننة. يحدث التمزق فى منتصف مرحلة نمو وتكوين البذرة، وتكون البذور المزقة القصرة أصغر حجمًا من نظيراتها السليمة.

وتتمزق قصرة البذرة نتيجة للنمو غير المتوازن بين الفلقتين والقصرة؛ الأمر الذى يحدث عند تهجين أصناف تختلف فى أحجام بذورها، حيث يمكن أن تنعزل نباتات ذات فلقات كبيرة وغطاء بذرى صغير، هذا إلا أن ذلك التفسير لم يتأيد تجريبيًا. وتختلف نسبة الإصابة بتلك التمزقات كثيرًا بين سلالات الفاصوليا حيث تراوحت فى إحدى الدراسات بين ١٪، و ٤٨٪.

تزداد نسبة البذور المزقة الغطاء فى الحقول التى تروى جيدًا عما فى تلك التى تتعرض للجفاف بعد الإزهار.

وتكون البذور ذات الغطاء البذرى المزق أكثر تعرضًا للإصابات الميكروبية عن غيرها على الرغم من أنها تنبت بصورة طبيعية فى الظروف المناسبة للإنبات.

الأضرار الميكانيكية بالبذور: أنواعها، وآثارها، ومسبباتها، وطرق الحد منها

أنواع الأضرار الميكانيكية

يوجد عادة خمسة أنواع من الأضرار الميكانيكية التى تحدث بالبذور mechanical seed injuries، وهى كما يلى:

١ – تشقق قصرة البذرة seed coat cracking، حيث تظهر شقوق فى قصـرة البـذرة، وهى أقل أنواع الأضرار الميكانيكية خطورة إلا أنها قد تدل على وجود أضرار أخرى أكثر خطورة بداخل البذرة.

٢ – موت أو انفصال القمة النامية لجنين البذرة؛ إذ تعطى هذه البـذور عنـد إنباتـها بادرات بدون قمة نامية يطلق عليها اسم baldheads، تموت بعد عدة أيام من الإنبات.

٣ – انفصال الفلقتين أو إحداهما عن محور الجنـين detached cotyledons، حيـث تعطى هذه البذور عند إنباتها بادرات خالية من الأجزاء المنفصلـة، وهـى تكـون ضعيفـة النمو وأقل محصولاً من البادرات الطبيعية.

٤ – تشقق أو انكسار الفلقات cracked or broken cotyledons، حيـث تعطـى هـذه البذور عند إنباتها بادرات تخلو من جزء الورقة الفلقية المتشقق أو المكسور، وهـى تكـون ضعيفة وقليلة المحصول. ويتناسب مدى النقص فى المحصول مع مساحة الجـزء المفقـود من الفلقات.

٥ – انكسار محور الجنين broken root-shoot axis؛ إذ تعطى هـذه البـادرات عنـد إنباتها بادرات بدون قمة ناميـة. وقـد لا تنبـت إذا كـان الكسـر فـى السويقة الجنينيـة السفلى (Sandsted ١٩٦٦، Robertson & Frazier ١٩٧٨).

التشقق العرضى للفلقات

يحـدث التشـقق العرضـى للفلقـات transverse cotyledon cracking بكـثرة فـى الفاصوليا، وتتراوح نسبته بين ٥، و ٩٥٪ تبعًا للصنف. تؤدى هـذه الظـاهرة إلى ضعـف قوة نمو البادرات بسبب فقد جزء من الغذاء، وهو الذى يتواجد فى الجـزء المفصـول مـن الفلقات.

تزداد نسبة التشققات العرضية للفلقات فى الحالات التالية:

١ – عند تعرض النباتات لحرارة عـالية بعد ١٠–٢٢ يومًا من الإزهـار.

٢ – عندما تكون البذور شديدة الجفاف عند زراعتها.

٣ – عند إجراء الرى بعد الزراعة مباشرة.

٤ – فى أصناف الفاصوليا ذات البذور الأكثر نفاذية للماء عند الإنبات.

وتعد البذور الملونة أكثر مقاومة للإصابة بالتشقق العرضى للفلقات عن البذور البيضاء، وتلك صفة كمية وسائدة جزئيًّا (Hall ١٩٩١).

البادرات الخالية من القمة النامية

تعرف بادرات الفاصوليا الخالية من القمة النامية باسم baldheads، وهى ظاهرة شائعة الانتشار، ولكن نادرًا ما يكون عدد البادرات التى تظهر بها تلك الظاهرة بالكثرة التى تحدث معها خسائر اقتصادية.

ومن أهم أعراض تلك الظاهرة أن البادرات تكون متقزمة بشدة ومشوهة، حيث لا يحدث بها أى نمو فوق مستوى الفلقات بسبب موت القمة النامية (شكل ٨–١، يوجد فى آخر الكتاب). ولا يموت النبات عادة قبل مرور عدة أسابيع بعد الإنبات.

وتحدث هذه الظاهرة بسبب الأضرار الميكانيكية التى تحدث للبذور، والتى قد لا تكون منظورة خارجيًّا. وقد تحدث هذه الأضرار فى أى مرحلة من مراحل استخلاص البذور، أو تنظيفها، أو تداولها، أو زراعتها. تظهر الأعراض الخارجية على صورة تشققات فى غلاف البذرة. أما الأضرار الداخلية فتكون على صورة انفصال فى محور الجنين بين الفلقتين والقمة النامية – فى السويقة الجنينية العليا – مما يؤدى إلى موتها. وإذا حدث ذلك الانفصال فى أى جزء آخر من الجنين، مثل الفلقة أو السويقة الجنينية السفلى فإنه يؤدى – عند إنبات هذه البذور – إلى إنتاج بادرات ينقصها الجزء المفصول من الفلقات، أو بادرات لا تكمل إنباتها.

كذلك يكثر ظهور تلك الحالة الفسيولوجية عند زراعة بذور شديدة الجفاف حيث تمتص الماء بسرعة كبيرة يترتب عليها تفاوت بين نمو الأجزاء المختلفة من جنين البذرة، مما يؤدى إلى حدوث كسور فى محور الجنين أو فى فلقتيه. وتعد جميع أصناف الفاصوليا حساسة لتلك الظاهرة وإن تباينت فى شدة حساسيتها.

وأفضل طريقة لتجنب ظهور تلك الحالة هى عدم تداول البذور بخشونة فى أى مرحلة، ورفع رطوبة البذور قبل زراعتها مباشرة حتى ١٤-١٥٪.

العوامل المؤثرة فى حدوث الأضرار الميكانيكية

تكثر الأضرار الميكانيكية فى الحالات التالية:

١ – عند معاملة البذور بخشونة أثناء عمليات الحصاد والاستخلاص والتنظيف والتداول، وتؤدى العوامل التالية إلى زيادة نسبة البذور المصابة بالأضرار عند تداولها.

أ – زيادة السرعة التى تعمل بها آلات الحصاد، واستخلاص، وتنظيف البذور.

ب – تغذية هذه الآلات بأقل من طاقتها.

جـ – انخفاض نسبة الرطوبة فى البذور عند تداولها. فمثلاً .. وجد أن نسبة الأضرار الميكانيكية انخفضت بزيادة نسبة الرطوبة فى البذور من ٩ إلى ١١٪، كما وجد فى الصنف سانيلاك Sanilac أن نسبة الأضرار الميكانيكية انخفضت من ٢٧,٨٪ فى البذور التى كانت رطوبتها ٩,٧٪ إلى ٥,٢٪ فى البذور التى بلغت رطوبتها ١٥,٥٪.

د – نقص محتوى البذور من عنصرى الكالسيوم والمغنيسيوم.

هـ – المواصفات الخاصة ببذور الصنف، وهى:

(١) الحجم: يقل أثر الضغوط الميكانيكية على البذور مع زيادتها فى الحجم.

(٢) الشكل: يقل الضرر فى البذور الكروية عنه فى الأشكال الأخرى.

(٣) اللون: تتحمل البذور الملونة الضغوط الميكانيكية بدرجة أكبر من البذور البيضاء، إلا أن لهذه القاعدة شواذ، فمثلاً .. يعتبر الصنف تندر كروب Tendercrop شديد الحساسية للأضرار الميكانيكية بالرغم من أن بذوره ملونة.

٢ – عند انخفاض نسبة الرطوبة كثيرًا فى البذور المزروعة:

تؤدى زراعة بذور تنخفض فيها نسبة الرطوبة بدرجة كبيرة إلى سرعة تشربها بالماء عند الإنبات بدرجة يصاحبها حدوث تباين فى الزيادة فى حجم الفلقتين؛ مما يؤدى

إلى حدوث كسر في الجنين. ويحدث نفس الشئ عند زراعة البذور العادية في تربة جافة، ثم ريها ريًا غزيرًا. ويساعد نقص الأكسجين في هذه الظروف على زيادة حدة الحالة (Dickson & Boettger ١٩٧٦، و Frazier & Robertson ١٩٧٨، و Bay وآخرون ١٩٩٥).

وسائل الحد من الأضرار الميكانيكية

يمكن الحد من الأضرار الميكانيكية التي تحدث للبذور باتباع ما يلي:

١ – التربية لاستنباط أصناف مقاومة، وتتوفر المقاومة الوراثية في الصنف تسكولا Tuscola.

٢ – إجراء الحصاد عندما تحتوي البذور على نسبة مأمونة من الرطوبة.

٣ – تعديل نسبة رطوبة البذور إلى المستوى المناسب قبل عمليات التداول أو الزراعة.

٤ – اختيار آلات الحصاد، والدراس، والتنظيف المناسبة، وحسن تشغيلها.

التأثير الفسيولوجي للعوامل الأرضية

انضغاط التربة

أوضحت دراسات Tu & Buttery (١٩٨٨) وجود علاقة عكسية بين شدة انضغاط التربة soil compaction وبين كل من الوزن الكلي للمجموع الجذري، والنمو الخضري، والمساحة الكلية لأوراق النبات. ومن ناحية أخرى .. أدى انضغاط التربة – بزيادة كثافتها من ١,٢ إلى ١,٦ جم/سم^{3} – إلى زيادة عدد العقد الجذرية nodules ووزنها الطازج/نبات، وزيادة نشاط إنزيم النيتروجينيز nitrogenase، ومحتوى وحدة الوزن من العقد الجذرية من اللجهيموجلوبين leghemoglobin.

الملوحة الأرضية

من المعلوم أن الفاصوليا تعد من أكثر محاصيل الخضر حساسية للملوحة. ويبدأ محصول الفاصوليا في الإنخفاض بزيادة درجة التوصيل الكهربائي لمياه الري عن ٠,٧ مللي موز، ويصل الإنخفاض في المحصول إلى ٥٠٪ عند EC لمياه الري مقداره ٢,٤ مللي موز (عن Scholberg & Locasico ١٩٩٩).

وقد انخفضت نسبة إنبات البذور ووزن النمو الخضرى خطيًّا مع الزيادة فى درجة التوصيل الكهربائى لمياه الرى من ١,٠ إلى ٤,٠ مللى موز (Scholberg & Locasico ١٩٩٩).

وفى دراسة أجريت فى مزرعة مائية استعملت فيها محاليل مغذية تراوح تركيز كلوريد الصوديوم فيها بين صفر، و ١٠٠ مللى مولار، أدى تركيز ٢٥ مللى مولار إلى نقص وزن النبات، ولكنه لم يؤثر على معدل النمو النسبى relative growth rate. وقد ازداد معنويًّا محتوى أوراق النباتات من أيونى الكلوريد والصوديوم بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى. وعند تركيز ١٠٠ مللى مول كلوريد صوديوم ازداد معنويًّا محتوى النباتات من السكريات الكلية والبرولين (Cachorro وآخرون ١٩٩٣ أ).

وقد قدرت العلاقة بين المحصول النسبى من البذور الجافة (Yr) ودرجة التوصيل الكهربائى لمستخلص التربة المشبع (EC_e) بالمعادلة التالية:

$$Yr = 100 - 32.15\,(EC_e - 0.81)$$

وبزيادة الـ EC_e عن ٠,٨١ ديسى سيمنز/م dS/m انخفض محصول البذور الجافة خطيًّا بزيادة الملوحة، وعند EC_e قدره ٤,٠ لم يُنتج أى محصول (Kanber & Bahceci ١٩٩٥).

ويعتقد بأن جزءًا من حساسية الفاصوليا لأيون الصوديوم مردها إلى عدم تمييز نباتات الفاصوليا بين أيونى الصوديوم والبوتاسيوم، حيث يزداد امتصاص الصوديوم على حساب البوتاسيوم. وفى وجود مستويات مرتفعة نسبيًّا من البوتاسيوم يزداد امتصاص العنصر إلى درجة معادلة تأثير زيادة التركيزات المرتفعة من كلوريد الصوديوم. هذا إلا أن زيادة تركيز كلوريد البوتاسيوم منفردًا كان سامًا لنباتات الفاصوليا، لأنه تسبب فى زيادة غير مرغوب فيها فى امتصاص البوتاسيوم، بينما أدى تواجد كلوريد الصوديوم مع كلوريد البوتاسيوم إلى معادلة هذا التأثير الضار جزئيًّا بخفض امتصاص البوتاسيوم (Benlloch وآخرون ١٩٩٤).

وعلى الرغم من حساسية جميع أصناف الفاصوليا للملوحة العالية، إلا أنه توجد اختلافات بين الأصناف فى شدة تلك الحساسية، وتعتمد خاصية التحمل للملوحة فى

الأصناف الأكثر تحملاً على قدرة جذورها على تقييد انتقال الصوديوم المتص من الجذور إلى النموات الخضرية، حيث يبقى تركيز الصوديوم فى النموات الخضرية منخفضًا. وتجدر الإشارة إلى أن إضافة كلوريد الصوديوم إلى المحاليل المغذية للفاصوليا أحدثت زيادة فى تركيز البوتاسيوم والكالسيوم فى النبات، وفى انتقال البوتاسيوم من الجذور إلى النموات القمية، وانتقال الكالسيوم من السيقان وأعناق الأوراق إلى الوريقات، والمغنيسيوم من الجذور إلى الوريقات (Yamanouchi وآخرون ١٩٩٧).

يُعتقد بأن زيادة توفر الكالسيوم الميسر لامتصاص النبات يجعله أكثر قدرة على التأقلم على ظروف الملوحة العالية (Cachorro وآخرون ١٩٩٣ ب). كما وجد أن زيادة توفر الفوسفور فى المحاليل المغذية من ٠,١ إلى ١٠ ميكرمول H_3PO_4 جعلت نباتات الفاصوليا أكثر قدره على تحمل الزيادة فى تركيز كلوريد الصوديوم من ١٠ إلى ١٠٠ مللى مول، حيث عملت زيادة الفوسفور إلى زيادة النمو النباتى الجذرى والخضرى، وتقليل الأضرار التى تُحدثها الملوحة العالية بالنموات الخضرية (Zaiter & Saade ١٩٩٣).

ويبدو أن دور الكالسيوم فى زيادة قدرة النباتات على تحمل الملوحة (عند زيادة تركيزه فى المحلول المغذى من ٠,٥ إلى ٥,٠ مللى مول) وفى جعلها تستعيد قدرتها عى النمو بعد تعريضها لتركيز مرتفع من كلوريد الصوديوم .. يبدو أن مرد ذلك إلى تمكين الكالسيوم النبات من عمل التغيرات الأسموزية اللازمة، والتى تتم من خلال نواتج أيضية عضوية بصورة أساسية يستنفذ إنتاجها قدرًا كبيرًا من الطاقة (Ortiz وآخرون ١٩٩٤).

التأثير الفسيولوجى للعوامل الجوية

نتناول بالشرح تحت هذا العنوان التأثير الفسيولوجى العام لبعض العوامل الجوية، ولمزيد من التفاصيل يراجع الأمر تحت المواضيع الأكثر تخصصًا فى هذا الفصل.

درجة الحرارة

فسيولوجيا الحساسية للصقيع

تتمكن أحيانًا النباتات الحساسة للصقيع من البقاء خلال فترات الصقيع القصيرة،

وذلك عندما يحدث تبريد فائق super-cooling للماء الموجود فى أنسجتها. وتزداد فرصة حدوث التبريد الفائق عندما تكون الأسطح الورقية خالية نسبيًّا من البكتيريا المكونة لنويات البللورات الثلجية. ونجد تحت الظروف الحقلية أن الأسطح النباتية نادرًا من ما تكون خالية من تلك البكتيريا، إلا أن أعدادها قد تكون منخفضة إلى الحد الذى يسمح بحدوث تبريد فائق بدلاً من تكوين نويات البللوات الثلجية. وقد تبين أن وجود الندى على الأوراق يزيد من فرصة تكوين نويات البللورات الثلجية.

وقد عرض Cary & Lindow (١٩٨٦) بادرات فاصوليا من صنف Pinto لحرارة تراوحت بين -٢، و -٥°م لدد تراوحت بين ٣٠ دقيقة و ١٢ ساعة، ووجدا أن النباتات التى لم تكن قد رُشّت بمعلق من البكتيريا *Pseudomonas syringae*، وتلك التى تعرضت لشد رطوبى وصل إلى نقطة الذبول كانت أكثر مقاومة لتكوين نويات البللورات الثلجية. كذلك كانت النباتات التى لم تبلل سطحيًّا أكثر ميلاً للتبريد الفائق عن تلك التى تعرضت أسطحها لرذاذ من الماء المقطر، سواء أكانت قد عوملت بالبكتيريا، أم لم تعامل. وقد ذكر الباحثان أن معاملة النباتات بالمواد المبللة للأوراق wetting agents (المواد الناشرة) عند رش النباتات بمختلف المركبات الكيميائية ربما يعيق عملية التبريد الفائق.

أضرار البرودة

يؤدى تعرض بادرات الفاصوليا للبرودة إلى إحداث شد رطوبى بها فى خلال ٢٠-٣٠ ساعة. ولكنها تستعيد امتلاءها بعد ذلك. وقد تبين أن تركيز حامض الأبسيسيك ABA يزداد أثناء التعرض للبرودة، ويصل إلى تركيزات أعلى فى الأوراق المركبة الثلاثية عما فى الأوراق البسيطة الأولية، وكذلك فى الجذور فى مرحلة نمو الأوراق المركبة عما فى مرحلة نمو الأوراق الأولية (Mori وآخرون ١٩٩٥).

ويؤثر تعرض نباتات الفاصوليا للحرارة المنخفضة (٤°م لمدة ١٢ ساعة ليلاً) - أثناء اكتمال تكوين البذور - يؤثر ذلك كثيرًا على النشاط الفسيولوجى فيها، حيث يضعف النشاط الأيضى للأوراق، ومعدل البناء الضوئى فيها، وينخفض محصول البذور، ويقل وزنها، بينما يزداد محتوى البذور من البروتين فى بعض الأصناف ولا يتأثر فى أصناف

أخرى. وتتباين شدة تلك التأثيرات كثيرًا باختلاف الأصناف (Pena-Valdivia وآخرون ١٩٩٤).

التغلب على أضرار البرودة

أدت معاملة نباتات الفاصوليا بالمركب الذى يعرف بالرمز الكودى GLK-8903 إلى التغلب على أضرار البرودة التى أحدثها تعريض النباتات لحرارة ٤°م ليلاً ونهارًا؛ فقد أدت إلى خفض النقص الذى تحدثه معاملة البرودة فى الجهد المائى الكامن للأوراق leaf water potential، وخفض الزيادة التى تحدث فى كل من الجهد الكامن الأسموزى osmotic potential، والتسرب الأيونى electrolyte leakage، وهو الذى يعد دليلاً على مدى الضرر الذى تُحدثه البرودة بالأغشية الخلوية (Flores-Nimedez وآخرون ١٩٩٣).
وفى دراسة أخرى نُميّت فيها بادرات الفاصوليا حتى عمر ٢٠ يومًا فى حرارة ٢٥°م نهارًا، و ٢٢°م ليلاً ثم رُشّت بتركيز ٠,٥٪ من المركب GLK-8903 – أو لم ترش (كنترول) –، ثم عرضت لحرارة ٤°م ليلاً ونهارًا لمدة ٣ أيام .. أدت معاملة البرودة إلى ذبول أوراق نباتات الكنترول التى لم تعامل بالمركب، بينما ظلت أوراق النباتات التى عوملت محتفظة بنضارتها وامتلائها. وقد أدت المعاملة بالمركب إلى خفض عملية أكسدة الفوسفوليبيدات (Zhang وآخرون ١٩٩٤).

تأثير الحرارة على امتصاص الفوسفور

يزداد امتصاص جذور الفاصوليا للفوسفور بارتفاع درجة حرارة التربة فى محيط الجذور من ١٥ إلى ٣٥°م، ويبلغ الـ Q_{10} لعملية امتصاص الفوسفور فى ذلك المدى الحرارى ١,٥، أى إن معدل امتصاص العنصر يزداد بمقدار ٥٠٪ مع كل ارتفاع قدره ١٠ درجات مئوية بين ١٥، و ٣٥°م. وأدى توفر الحديد بتركيز ٥ ميكرومول/لتر فى المحاليل المغذية إلى إحداث نقص معنوى فى امتصاص الفوسفور (Raeini-Sarjaz & Barthakur ١٩٩٥).

تأثير الحرارة على البناء الضوئى

ازداد معدل البناء الضوئى فى الفاصوليا بارتفاع درجة الحرارة من ٢٠ إلى ٢٥°م،

وقدر الـ Q_{10} لتلك الزيادة بنحو ١,٩. ومع استمرار الزيادة فى الحرارة من ٢٥ إلى ٣٠°م انخفض الـ Q_{10}، وربما كان ذلك مردة إلى تقييد الحرارة العالية إنتاج مستقبلات لثانى أكسيد الكربون. وبالمزيد من الارتفاع فى الحرارة من ٣٠ إلى ٣٥°م ازداد الإنخفاض فى الـ Q_{10} نتيجة لعدم قدرة الثيلاكويدات thylakoids على استمرار توفير إمداد كافٍ من الـ NADPH (Pastenes & Horton ١٩٩٥).

الأتربة

تؤثر الأتربة التى تسقط على أوراق الفاصوليا سلبيًا على معدل البناء الضوئى فيها، ولكن يتوقف مدى هذا التأثير على ما إذا كانت الثغور مفتوحة أم مغلقة وقت سقوط الأتربة، وعلى قطر ذرات الغبار. فيؤدى سقوط الأتربة عندما تكون الثغور مفتوحة إلى تقليل درجة توصيلها نهارًا وزياداتها ليلاً – مقارنة بما يحدث فى نباتات الكنترول – وذلك بسبب الانسداد الذى تحدثه الأتربة للثغور. ويزداد مقدار هذا التأثير كلما صغر قطر ذرات الغبار. وبالمقارنة لم يكن لسقوط الغبار على الأوراق تأثيرًا يذكر عندما حدث ذلك وقت أن كانت الثغور مغلقة. وقد أثر الغبار سلبيًا على معدل البناء الضوئى من خلال تظليله للأوراق، وازداد هذا التأثير مع صغر حجم ذرات الغبار. كذلك أدى امتصاص الغبار للطاقة الشمسية إلى رفع درجة حرارة الورقة إلى درجة أثرت على معدل البناء الضوئى فيها بالزيادة أو بالنقص حسب درجة حرارة الهواء. كما أدى ارتفاع حرارة الأوراق إلى زيادة معدل النتح منها (Hirano وآخرون ١٩٩٥).

الأمطار

تنغلق ثغور أوراق الفاصوليا كلية فى خلال دقيقتين فقط من تعرضها للأمطار التى تؤدى إلى ابتلالها التام، ثم تفتح جزئيًا إلى نحو ٥٠٪ من انفتاحها الكامل مع استمرار الأمطار (أو الرذاذ) لمدة ساعة. ويتغير معدل تبادل غاز ثانى أكسيد الكربون فى هذه الأوراق المبتلة مع التغير فى درجة انفتاح الثغور، ويبلغ حوالى ٦٠–٧٠٪ مما فى الكنترول فى خلال ساعة واحدة. ولا يقتصر تأثير ابتلال الأوراق فى معدل البناء الضوئى على هذا التأثير السلبى الفورى، ولكنه يحدث كذلك ضررًا – يدوم لفترة طويلة – فى جهاز البناء الضوئى ذاته (Ishibashi & Terashima ١٩٩٥).

الأشعة فوق البفسجية

أدى تعريض نباتات الفاصوليا للأشعة فوق البنفسجية بى UV-B – وهى التى تتراوح أطوال موجاتها بين ٢٨٠، و ٣٢٠ نانو ميتر – أدى إلى نقص النمو النباتى بنسبة الثلث تقريبًا، ونقص محصول القرون الخضراء بنسبة ٥٥٪، بينما لم تَحدث تأثيرات مماثلة عندما تعرضت النباتات للأشعة فوق البنفسجية أى UV-A (Saile-Mark & Tevini ١٩٩٧، و Antonelli وآخرون ١٩٩٧).

التأثير الفسيولوجى لنقص الرطوبة الأرضية

التأثير على النمو، والمحصول، وتكوين العقد الجذرية

يفضل رى حقول الفاصوليا كلما انخفضت الرطوبة الأرضية فى منطقة نمو الجذور إلى ٧٥٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية. ويؤدى انخفاض محتوى التربة الرطوبى عن ذلك إلى نقص النمو النباتى والمحصول، ويزداد الضرر فى الأصناف المتسلقة عنها فى الأصناف القصيرة. كذلك يقل تكوين بكتيريا الرايزوبيم الجذرية ويقل نشاطها بزيادة الإنخفاض فى الرطوبة الأرضية (Sangakkara ١٩٩٤). وقد حصل Costa وآخرون (١٩٩٧) على نتائج مماثلة لتلك حيث أدى تعريضهم النباتات لشدٍّ رطوبى إلى نقص الوزن الجاف لكل من النباتات والعقد الجذرية، ونقص معدل النمو النباتى النسبى، وكذلك إلى انخفاض نشاط إنزيم النيتروجينيز nitrogenese. وبينما أدت إزالة حالة الشدّ الرطوبة إلى استعادة النباتات لنموها العادى، فإنها لم تستعد بصورة كاملة الوزن الجاف للعقد الجذرية – مقارنة بنباتات الكنترول – كما لم يعد نشاط إنزيم النيتروجينيز إلى سابق عهده.

التأثير على عقد القرون والبذور

كانت نباتات الفاصوليا أكثر حساسية لنقص الرطوبة الأرضية أثناء مراحل نمو البراعم، والإزهار، وعقد القرون، بدرجة أكبر منها أثناء مراحل نمو القرون وامتلاء البذور. وقد كان عدد القرون النهائى أقل بنسبة ٥٣٪ فى النباتات التى تعرضت للشدّ الرطوبى أثناء مرحلة نمو البراعم مقارنة بنباتات الكنترول. أما عدد البذور فى القرن فلم يتأثر بالقدر ذاته حيث كان الانخفاض فى عددها ١٣٪ فقط فى حالة الشدّ الرطوبى

مقارنة بالكنترول (Mouhouche وآخرون ١٩٩٨). ويبدو أن الشدّ الرطوبى الشديد خلال بعض مراحل النمو البرعمى يؤدى إلى جفاف الكيس الجنينى وتحلل النيوسيلة، وتثبيط نمو البويضات (Yánez-Jiménez & Kohashi-Shibata ١٩٩٨).

وسائل التغلب على أضرار الرطوبة الأرضية

زيادة التسميد البوتاسى

أدت زيادة تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى لمزرعة رملية من ٠,١ إلى ٣,٠ ملى مول إلى زيادة أطوال جذور الفاصوليا، ووزنها الجاف - وخاصة تحت ظروف نقص الرطوبة الأرضية - كما ازدادت أعداد الجذور الجانبية وتفرعاتها الثانوية، وأعداد العقد الجذرية، وتحسن النمو الخضرى، وكذلك ازداد المحتوى المائى للنباتات، وخاصة تحت ظروف نقص الرطوبة الأرضية (Sangakkara وآخرون ١٩٩٦).

إضافة المواد المحبة للرطوبة للتربة

أدى خلط التحضير التجارى المحب للرطوبة أكواسورب Aquasorb (وهو gel soil conditioner) مع الطبقة السطحية لتربة رملية جيرية بمعدل يزيد عن ٠,٣٪ على أساس الوزن الجاف (وهو ما يعنى أكثر من ثلاثة أطنان من المركب للفدان) إلى تحسين إنبات البذور، وزيادة ارتفاع النبات، ودليل المساحة الورقية، والوزن الجاف لكل من النمو الخضرى والجذرى، وعدد القرون ووزنها، وزيادة كفاءة استخدام مياه الرى. وقد تناقص محصول القرون بزيادة ملوحة مياه الرى من EC ٠,٤٥ إلى ٦,٢٥ مللى موز، وبزيادة معدل الرى من ٤٠٪ من البخر السطحى (E_v) إلى ٨٠٪، ولكن تلك الزيادة كانت مصاحبة بنقص فى كفاءة استخدام مياه الرى (Al-Sheikh & Darby ١٩٩٦).

معاملات منظمات النمو

على الرغم من أن المعاملة بمثبطات النمو لا يوصى بها للفاصوليا، فإن المعاملة ببعضها أدى إلى تحسين قدرة النباتات على تحمل ظروف الجفاف. ومن بين المعاملات التى أعطت نتائج إيجابية فى هذا الشأن الرى بالفوسفون-د Phosphon-D، والرش بأى من الفوسفون-س Phosphon-S أو الـ SADH، والرى أو الرش بالـ CCC. أجريت

المعاملة بأى منهم مرتان، وكانت أولاهما عند اكتمال تكوين الورقة الأولية، ثم كانت الثانية بعد عشرة أيام. أدت جميع المعاملات إلى زيادة الوزن الجاف للنمو الجذرى، وإلى نقص نسبة النموات القمية إلى النموات الجذرية، الأمر الذى جعل النباتات أكثر قدرة على تحمل ظروف الجفاف (عن Weaver ١٩٧٢).

المعاملة بالجليسين بيتين

يؤدى تعرض الفاصوليا لنقص الرطوبة الأرضية إلى زيادة محتواها من الجيليسين بيتين glycine betaine بنسبة حوالى ٢٦٪ مقارنة بالنباتات المروية جيدًا. وقد أدت معاملة النباتات بالجليسين بيتين بتركيز ١٠ مللى مول إلى زيادة قدرتها على تحمل نقص الرطوبة الأرضية عن نباتات الكنترول، حيث كانت النباتات المعاملة بالمركب أبطأ – خلال فترة التعرض لظروف الجفاف – فى نقص الجهد المائى فيها؛ ومن ثم كانت أبطأ فى ظهور أعراض الذبول عليها، كما كانت أقدر على استعادة وضعها الطبيعى بعد زوال حالة الجفاف. وبينما أدى نقص الرطوبة الأرضية إلى نقص معدل البناء الضوئى فى النباتات، وبطء نموها، فإن المعاملة بالجليسين بيتين تغلبت على تلك المشاكل، حيث لم يتأثر فيها النمو الكلى أو محصول القرون، أو تأثرًا قليلاً، مقارنة بما حدث فى النباتات التى لم تعامل بالمركب (Xing & Rajashekar ١٩٩٩).

المعيشة التعاونية مع بكتيريا العقد الجذرية

تعتبر الفاصوليا من أقل البقوليات كفاءة فى التعايش مع بكتيريا العقد الجذرية التى تقوم بتثبيت آزوت الهواء الجوى. والنوع الذى يتخصص على الفاصوليا هو *Rhizobium phaseoli*.

الاختلافات الوراثية بين الأصناف

تتوفر اختلافات وراثية كبيرة بين أصناف وسلالات الفاصوليا فى قدرة جذورها على المعيشة تعاونيًّا مع بكتيريا الرايزوبيم، فمثلاً .. تعد سلالة الفاصوليا R32-BS15 عالية الكفاءة حيث وجد أن أعداد العقد الجذرية فيها زادت بمقدار ٦ أضعاف عن نظيراتها التى تكونت فى الصنف ريكو Rico، كما ازداد الوزن الجاف لتلك العقد بمقدار الضعف فى السلالة R32-BS15 عما فى الصنف (Hansen وآخرون ١٩٩٣).

العوامل المؤثرة

مراحل النمو النباتى

تزداد كفاءة عملية تثبيت آزوت الهواء الجوى فى العقد البكتيرية بجذور الفاصوليا كلما تقدمت النباتات فى العمر، وتكون تلك العملية فى أوجها خلال مرحلتى الإزهار وعقد الثمار. وقد قدر Pena-Cabriales وآخرون (١٩٩٣) كمية النيتروجين التى تتراكم فى نباتات الفاصوليا حتى ٧٧ يومًا من الزراعة بنحو ١٤٠ كجم/هكتار (١٤٧ كجم فى الصنف Bayocel، و ١٣٥ كجم فى الصنف Flor de Mayo RMC) وحُصِلَ على نصفها تقريبًا من نيتروجين الهواء الجوى، أى أن النيتروجين المثبت كان بمعدل حوالى ٣٠ كجم للفدان.

ولا تختلف طرز الفاصوليا القائمة (محدودة النمو) والمتسلقة (غير المحدودة النمو) عن بعضها البعض فى موعد بداية تكوين الرايزوبيم فى جذورها (Morrison & Baird ١٩٨٧)، ولكن تقل – بصورة عامة – قدرة الجذور على تثبيت آزوت الهواء الجوى مع بداية امتلاء القرون (Vikman & Vessey ١٩٩٢).

السلالات البكتيرية

تعتبر سلالات الرايزوبيم الأكثر إنتاجًا للمركب المعروف باسم تراى فو ليتوكسين trifolitoxin أكثر قدرة على تكوين العقد الجذرية بالفاصوليا، وكانت نسبة الزيادة فى تكوين العقد التى أحدثتها إحدى سلالات البكتيريا *Rhizobium etli* القادرة على إنتاج هذا المركب حوالى ٢٠٪ (Robleto وآخرون ١٩٩٨).

يتكون فى العقد الجذرية لسلالات الفاصوليا الأكثر تحملاً لظروف الجفاف مستويات عالية من الترى هالوز trehalose. ومن بين أنواع بكتيريا الرايزوبيم التى لوحظت معها تلك الخاصية كلا من *Rhizobium etli*، و *R. tropici* (Farias-Roriguez وآخرون ١٩٩٨).

محفزات النمو الحيوية

سبق أن أوضحنا فى الفصل السابع التأثير المحفز للميكوريزا على تكوين العقد

الجذرية وزيادة نشاطها فى تثبيت آزوت الهواء الجوى. كذلك وجد أن للبكتيريا التى تعيش فى محيط جذور النباتات (الرايزوسفير) تأثيرات إيجابية مماثلة.

فيستفاد من دراسات Burdman وآخرين (١٩٩٧) أن تلقيح النباتات بالبكتيريا المثبتة لآزوت الهواء الجوى *Azospirillum* مع بكتيريا الرايزوبيم أدى إلى زيادة معدلات تثبيت النيتروجين الجوى فى العقد الجذرية لبكتيريا الرايزوبيم.

كذلك ازدادت معنويًّا قدرة جذور الفاصوليا على المعيشة تعاونيًّا مع البكتيريا *Rhizobium etli* عندما لقحت الجذور بلقاح مشترك من بكتيريا الرايزوبيم مع البكتيريا *Bacillus megaterium*. ويبدو أن مقاومة الفاصوليا للمعيشة تعاونيًّا مع بكتيريا الرايزويم تنخفض عند تفاعل نوعًا البكتيريا – فى آن واحد – مع الجذور (Srinivasan وآخرون ١٩٩٧).

التسميد الآزوتى

من المعلوم أن زيادة التسميد الآزوتى فى الفاصوليا يؤثر سلبيًّا فى كفاءة تكوين العقد الجذرية. ونظرًا لضعف كفاءة الفاصوليا فى التعايش تعاونيًّا مع بكتيريا العقد الجذرية، فإنها تسمد بغزارة بالأسمدة الآزوتية؛ الأمر الذى يثبط أية فرصة لتكوين العقد الجذرية.

وعلى الرغم من أن معدلات التسميد الآزوتى أثرت بدرجات مختلفة – خلال مختلف مراحل النمو النباتى – على الوزن الجاف للعقد الجذرية ونشاط إنزيم النيتروجينيز nitrogenese .. إلا أنها لم تؤثر على كمية النيتروجين المثبتة (Muller وآخرون ١٩٩٣).

التسميد الفوسفاتى

وجد أن زيادة محتوى بذور الفاصوليا من الفوسفور إما بإنتاج التقاوى تحت ظروف التسميد الجيد بالفوسفور، وإما بنقع البذور قبل زراعتها فى محلول ٢٠٠ مللى مولار من KH_2PO_4 .. أدى ذلك إلى جعل النبات أقل اعتمادًا على الفوسفور الأرضى، وتحفيز تكوين العقد الجذرية، وزيادة تثبيت النيتروجين الجوى (Teixeira وآخرون ١٩٩٩).

التسميد بالموليبدنم

من المعلوم أن قدرة بكتيريا الرايزوبيم على تثبيت آزوت الهواء الجوى تنخفض عند نقص عنصر الموليبدنم فى التربة (Climax Molybdenum Company ١٩٥٦).

وقد أدت معاملة بذور الفاصوليا بالموليبدنم إلى زيادة نشاط إنزيمى النيتروجينيز nitrogenase، والنيتريت ردكتيز nitrate reductase، وزيادة تراكم النيتروجين الكلى فى النموات الخضرية، وقد حدثت تلك الزيادات من خلال تنشيط الموليبدنم لكفاءة بكتيريا الرايزوبيم فى التربة. كذلك تساوى تأثير كل من رش النباتات بموليبدات الأمونيوم مع التسميد الأرضى بالنيتروجين فى زيادة محتوى القرون من النيتروجين، كما تساوى المحصول فى كلا المعاملتين؛ مما يعنى أنه – فى بعض الأراضى – يمكن أن يحل الرش بكميات صغيرة من الموليبدنم محل التسميد بالنيتروجين (Vieira وآخرون ١٩٩٨ ب).

مستوى ثانى أكسيد الكربون الجوى

تزداد كفاءة تكوين العقد الجذرية بزيادة مستوى ثانى أكسيد الكربون فى بيئة النبات؛ مما يدل على أن توفر المواد الكربوهيدراتية للعقد يعد عاملاً محددًا لتكوينها. ويؤيد ذلك أن تثبيت آزوت الهواء الجوى ينخفض سريعًا مع بدء نمو القرون حيث تنافس القرون العقد الجذرية على الغذاء المجهز. ويؤدى تأخير الإزهار فى الصنف Porrillo Sintetico – وهو صنف قصير النهار – بزيادة طول الفترة الضوئية – يؤدى ذلك إلى إحداث زيادة كبيرة فى معدل تثبيت آزوت الهواء الجوى (عن Davis ١٩٩٧).

المنشطات الحيوية

التأثير الفسيولوجى

سبق أن أوضحنا فى الفصل السابع الدور الذى تلعبه فطريات الميكوريزا فى زيادة كفاءة تثبيت نيتروجين الهواء الجوى بواسطة بكتيريا الرايزوبيم التى تعيش تعاونيًا مع الجذور. إلى جانب ذلك فإن المعاملة بفطريات الميكوريزا *Glomus clarum*، و *G. etunicatum*، و *G. manihotis*، و *Gigaspora margarita* أدت إلى زيادة الوزن

الجاف لنباتات الفاصوليا بنسب تراوحت بين ٨٪، و ٢٣٪، ومحتوى النباتات من الفوسفور بنسب تراوحت بين ١٦٠٪، و ٣٣٥٪. وقد توقفت تلك الزيادات على مدى استعمار الميكوريزا لجذور النباتات؛ الأمر الذى توقف – بدوره – على كل من نوع الميكوريزا المستعمل وصنف الفاصوليا. وقد وجدت علاقة إيجابية قوية بين نسبة استعمار الميكوريزا للجذور ومحتوى النباتات من عنصر الفوسفور؛ بما يعنى أن الاستجابات الإيجابية للتلقيح بالميكوريزا كان مردها إلى دورها فى زيادة امتصاص الجذور لعنصر الفوسفور (Ibijbijen وآخرون ١٩٩٦).

هذا إلا أن زيادة نشاط الميكوريزا التى تعيش تعاونيًا مع جذور الفاصوليا فى الأراضى الفقيرة فى الفوسفور – وما يصاحب ذلك النشاط من زيادة فى امتصاص الفوسفور – يكون مصاحبًا بزيادة فى استهلاك الجذور من الكربون بسبب زيادة تنفس الجذور، ويكون ذلك على حساب الغذاء الذى يمكن أن يخزن فى الجزء الثمرى من النبات (Nielsen وآخرون ١٩٩٨).

طرق المعاملة

يفيد تغليف بذور الفاصوليا بمثيل السيليلوز methyl cellulose بمعدل جرام واحد لكل كيلو جرام من البذور فى تحسين نسبة إنبات البذور وزيادة الوزن الطازج للبادرات جوهريًا. وقد أمكن تحميل عدد من المنشطات الحيوية فى مادة التغليف مع احتفاظها بحيويتها لمدة زادت عن ١٠ أسابيع بعد المعاملة وقبل زراعتها. وعلى الرغم من أن مختلف المنشطات الحيوية فقدت جزءًا من حيويتها أثناء فترة التخزين إلا أن أقلها تأثرًا كانا فطرا الميكوريزا *Gliocladium virens*، و *Trichoderma viride*، وتلاهما فى التأثر البكتيريا *Bacillus subtilis*. أما البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* فقد كانت أسرع المنشطات الحيوية فقدًا لحيويتها (Tu & Zheng ١٩٩٧).

ارتباطات النمو

علاقة نوعية البذور بنمو النبات والمحصول

تظهر فى الفاصوليا الارتباطات التالية بين التقاوى والمحصول الناتج من زراعتها:

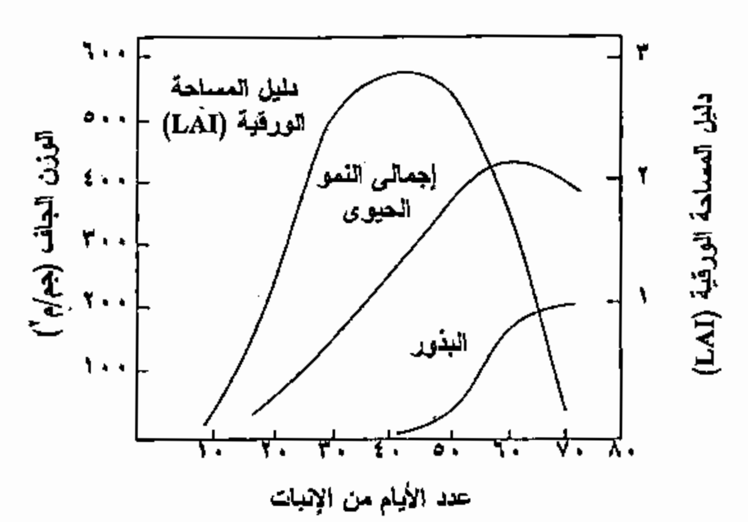
١ – يوجد ارتباط جوهرى بين حجم البذور وكمية البروتين التى توجد بها، وحجم البادرة التى تنبت منها وكمية البروتين بها.

٢ – يوجد ارتباط بين نسبة البروتين فى البذور من جهة، ومحصول النباتات التى تنبت منها، وعدد القرون بها – من جهة أخرى – كما وجد ارتباط أقل بين وزن البذرة، وبين هاتين الصفتين أيضًا.

٣ – وجدت زيادة جوهرية فى حجم البادرات، والمحصول، وعدد القرون بالنبات عند زراعة بذور ذات محتوى بروتينى مرتفع نتيجة لتسميدها جيدًا بالآزوت فى الموسم السابق عندما أنتجت التقاوى (Ries ١٩٧١).

التغيرات فى دلائل النمو

نجد تحت الظروف المثلى للنمو أن نبات الفاصوليا ينمو خطيًا مع الوقت إلى أن يبدأ نمو القرون. ويزداد دليل مساحة الورقة leaf area index (اختصارًا: LAI) حتى حوالى ٤٠ يومًا بعد الإنبات (شكل ٨-٢)، ثم يقل مع بدء امتلاء البذور (بعد حوالى ٥٠-٦٥ يومًا من الإنبات)، حينما يتجه الغذاء المجهز والنيتروجين الممتص إلى البذور. وتموت الأوراق التى توجد عند العقد السفلى أولاً، ثم الأوراق التى تليها على الساق الرئيسى، ثم تلك التى تحمل على الفروع.



شكل (٨-٢): التغير فى كل من دليل مساحة الورقة **leaf area index** (LAI)، وإجمالى النمو الحيوى biomass، والبذرى مع الوقت (عن **Davis** ١٩٩٧).

وتستقبل النموات الخضرية لأصناف الفاصوليا القصيرة حوالى ٩٥٪ من الأشعة الساقطة عليها عندما يكون دليل مساحة الورقة فيها (وهى نسبة مساحة أوراق النبات إلى نسبة المساحة التى يشغلها النبات من الأرض) حوالى ٤ أو أكثر من ذلك. ويبلغ أقصى معدل نمو محصولى للفاصوليا (Crop Growth Rate) حوالى ١٧ جم/م^2/يوم، بينما تنخفض الكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate (وهى نسبة معدل النمو المحصولى إلى الوزن الجاف للأوراق) مع زيادة دليل المساحة الورقية حتى أعلى قيمة له، وذلك حينما تبدأ القرون فى النمو. أما المساحة الورقية الخاصة Specific Leaf Area (وهى نسبة المساحة الورقية إلى الوزن الجاف للأوراق) فإنها تزداد إلى أعلى قيمة لها بعد الإزهار بفترة وجيزة، حيث تبلغ – حينئذ – ٦٠ سم^2/جم، ثم تنخفض ثانية إلى حيث بدأت لتصبح حوالى ٤٠٠ سم^2/جم.

ويعد اختراق أكبر قدر من الضوء الساقط خلال النموات الخضرية عاملاً هامًا فى تحديد الكفاءة التمثيلية، وهو أمر يتوقف على توزيع الأوراق على النبات والزاوية التى يصنعها نصل الورقة مع الساق؛ فكلما كانت تلك الزاوية صغيرة (أى حادة) كلما ازدادت فرصة وصول الضوء الساقط إلى الأوراق السفلى. هذا وتتميز أوراق الفاصوليا ووريقاتها بقدرتها على التوجه فى مقابل الشمس؛ مما يزيد من فرصة الاستفادة من الأشعة الشمسية الساقطة.

وقد وجد فى حالات الإضاءة الجيدة أن أقصى صافى للبناء الضوئى فى النموات الخضرية للفاصوليا كان حوالى ٣٥–٤٠ مجم مادة جافة/ساعة عندما كانت الإضاءة ٦٠٠–٦٥٠ واط/م^2 ودليل المساحة الورقية ٤,٥، ولكن يبدو أن معدل البناء الضوئى يمكن أن يصل إلى أقصى معدلاته فى إضاءة أقل من ذلك كثيرًا وفى حدد ٣٠٠ واط/م^2 (عن Davis ١٩٩٧).

علاقة النمو الورقى بالنمو الثمرى

يؤدى فقد أوراق الفاصوليا (الأمر الذى قد يحدث بفعل اللرياح القوية، والبَرَدْ، والإصابات المرضية والحشرية .. إلخ) إلى تأخير النضج ونقص المحصول. وفى إحدى الدراسات وجد أن إزالة جميع أوراق النبات أثناء مرحلة النمو الخضرى أو الإزهار

أدت إلى تأخير نضج البذور بنحو ٣٠ يومًا، بينما لم يتأثر موعد نضج البذور بالمستويات الأقل شدة من معاملات إزالة الأوراق. وكان النقص فى محصول البذور خطيًّا مع شدة إزالة الأوراق حينما أجريت المعاملة فى مرحلة النمو الخضرى. أما عندما أجريت معاملة إزالة الأوراق فى مرحلة النمو الزهرى أو امتلاء القرون فإن النقص فى محصول البذور ازداد تربيعيًّا quadraticaly مع الزيادة فى شدة المعاملة (Schaafsma & Albett ١٩٩٤).

ويؤدى الاستمرار فى حصاد القرون الخضراء للفاصوليا – مقارنة بترك النباتات دون حصاد إلى أن تصبح القرون بلون أصفر قشّى – يؤدى ذلك إلى جعل النباتات أكبر حجمًا، وأكثر تفريعًا، وأكثر اخضرارًا (بسبب تأخير شيخوخة الأوراق بالإضافة إلى تكوين أوراق جديدة)، مع توزيع نسبة أعلى من الغذاء المجهز على الجذور والسيقان والأوراق. وعلى الرغم من ذلك فإنه لم يظهر فرق معنوى بين المعاملتين فى الوزن الجاف الكلى للنبات حتى نهاية فترة التجربة التى استمرت لمدة ٨٨ يومًا بعد زراعة البذور (Kohashi-Shibata وآخرون ١٩٩٧).

الإزهار وعقد القرون

الإزهار

طبيعة الإزهار

يتوقف توزيع الأزهار فى النبات على الصنف وطبيعة نموه. ففى الأصناف القصيرة المحدودة النمو (شكل ٦–٣) تتكون مبادئ الأزهار فى نورة راسيمية racene فى إبط الورقة القمية على الساق الرئيسى أولاً، ثم يستمر الإزهار بالاتجاه إلى اسفل نحو العقد السفلى، وعلى امتداد الفروع. وبالمقارنة نجد فى الأصناف القصيرة غير المحدودة النمو أن الأزهار الأولى تظهر عادة عند العقدة السادسة إلى السابعة، ثم يستمر الإزهار بالاتجاه إلى أعلى وإلى أسفل على الساق الرئيسى وعلى امتداد الفروع (عن Davis ١٩٩٧).

التهيئة للإزهار

من المعروف أن الفاصوليا نبات قصير النهار فى موطنه الأصلى فى أمريكا الوسطى

وأمريكا الجنوبية. وقد أدى استئناس المحصول فى المناطق الباردة إلى انتخاب طرز قادرة على الإزهار فى ظروف النهار الطويل .. أى غير حساسة للفترة الضوئية photoperiod insensitive. وتتوفر حاليًا هذه التراكيب الوراثية غير الحساسة للفترة الضوئية فى جيرمبلازم الفاصوليا، وتنمو جنبًا إلى جنب فى أمريكا الجنوبية مع الطرز القصيرة النهار (عن Gu وآخرين ١٩٩٨).

ويمكن القول بأن معظم أصناف الفاصوليا المنتشرة فى الزراعة حاليًّا تعد محايدة بالنسبة لاستجابتها للفترة الضوئية، وذلك باستثناء الأصناف التى تنتشر زراعتها فى المناطق الاستوائية وهى التى تتأثر بالفترة الضوئية؛ فتزهر بسرعة أكبر عندما تكون الفترة الضوئية أقصر من ١٣ ساعة (Pringer ١٩٦٢؛ و Seelig & Lockshin ١٩٧٩).

ولا تمر الفاصوليا بفترة حداثة، حيث تستجيب الأصناف القصيرة النهار للفترة الضوئية المهيئة للإزهار فى أى مرحلة من نموها الخضرى.

وتؤثر درجة الحرارة على الأصناف غير الحساسة للفترة الضوئية، حيث تقلل الحرارة العالية عدد الأيام التى يلزم مرورها حتى الإزهار، هذا .. بينما تزيد الحرارة العالية من متطلبات الاستجابة للفترة الضوئية فى الأصناف القصيرة النهار؛ مما يؤخر إزهارها (عن Davis ١٩٩٧).

عقد القرون والبذور

التلقيح والإخصاب

تتفتح متوك الزهرة وتنتثر منها حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة مباشرة، ويكون ذلك عادة ليلاً. وما أن تصل حبوب اللقاح إلى الميسم حتى تبدأ فى الإنبات. تنمو الأنبوبة اللقاحية خلال الميسم المجوف، وتُخَصَّب البويضات فى خلال ١٢ ساعة، وتكون أولى البويضات تخصيبًا هى الأقرب إلى قلم الزهرة.

تصل القرون إلى المرحلة المناسبة للحصاد فى أصناف الفاصوليا الخضراء التجارية بعد حوالى ٢٥ يومًا من التلقيح. وبعد ذلك تستمر البذور فى الامتلاء لمدة ٢٠–٣٠ يوم أخرى، بعدها يصبح القرن ناضجًا والبذور جافة.

تأثير درجة الحرارة على عقد القرون - مراحل النمو البرعمي الحساسة للحرارة - طبيعة الحساسية للحرارة

لدرجة الحرارة المرتفعة والمنخفضة تأثير سيئ على عقد الثمار في الفاصوليا. فيكون العقد ضعيفًا أو معدومًا في حرارة ٣٥°م، وإذا عقدت بعض الثمار .. فإنها تكون بكرية، أي بدون بذور. وقد وجد Halterlein وآخرون (١٩٨٠) أن تعريض النباتات لدرجة حرارة ٢٠/٣٥°م (نهارًا/ليلاً)، أو ٣٥°م باستمرار أدى إلى نقص حيوية حبوب اللقاح في أربعة أصناف من الفاصوليا. وقد اختلفت الأصناف في مدى تأثر حبوب لقاحها بالحرارة المرتفعة، ولكن عقد الثمار لم يتأثر طالما أن الحرارة لم يصل ارتفاعها إلى ٣٥°م.

كما وجد Dickson & Boettger (١٩٨٤) أن إنبات حبوب اللقاح على ميسم الزهرة كان أقل في حرارة ٨، أو ١٢°م عنه في حرارة ١٨°م، ووجدا كذلك اختلافات كبيرة بين الأصناف في هذا الشأن. وكانت أقل نسبة عقد في النباتات النامية في حرارة ٨/٣٠°م (نهار/ليل). وقد تبيّن من دراستهما أن درجة حرارة الليل المنخفضة أثرت على حيوية البويضات، بينما أثرت حرارة النهار العالية على حيوية حبوب اللقاح.

وأدى ارتفاع الحرارة عن ٣٠°م أثناء الإزهار إلى نقص محصول الفاصوليا بدرجة تناسبت مع مدة ارتفاع درجة الحرارة. كما أدى تفاوت الحرارة أثناء الإزهار بين ١٠°م ليلاً و ٣٥°م نهارًا إلى انعدام المحصول، بينما لم تؤثر حرارة ليل مقدارها ١٠°م على المحصول عندما كانت حرارة النهار ٢٠°م. وكانت أكثر المراحل حساسية للحرارة العالية هي التي سبقت تفتح الأزهار بمدة يومين إلى ثلاثة أيام، وليس عند تفتح الأزهار (عن Dickson & Petzoldt ١٩٨٨). وقد تأكد ذلك من دراسات Monterroso & Wien (١٩٩٠) اللذان عرضًا براعم أزهار الفاصوليا لحرارة ٣٥°م لمدة ١٠ ساعات يوميًا في يومين متتالين خلال جميع مراحل تكوين براعم الأزهار، وهي الفترة التي تسبق تفتح الأزهار بمدة ثماني أيام وحتى تفتحها، ووجدا أن أكثر المراحل حساسية للحرارة العالية كانت بداية من قبل تفتح الأزهار بستة أيام وحتى تفتحها؛ فعلى امتداد تلك المرحلة سقطت ٨٢٪ من الأزهار التي عوملت بالحرارة العالية بعد تفتحها وقبل أن تبلغ قرونها

٢ سم طولاً. وقد أكدت تجربة لقحت فيها مياسم أزهار عوملت بالحرارة العالية بحبوب لقاح أنتجت فى حرارة معتدلة – أو العكس – أن حبوب اللقاح كانت هى الأكثر تأثرًا بمعاملة الحرارة العالية عن أعضاء الزهرة الأنثوية.

وقد أدى تعريض نباتات الفاصوليا من الصنف بوش بلوليك – ٤٧ Bush Blue Lake-47 (اختصارا: BBL-47)، والسلالة PI 271998 لحرارة ٣٢°م نهارًا مع ٢٧°م ليلاً لمدة يوم إلى خمسة أيام خلال مراحل تكوين الخلايا الأمية macrosporogensis، وتكوين حبوب اللقاح والكيس الجنينى pollen and embry-sac development، وتفتح الأزهار anthesis، والمراحل المبكرة لتكوين القرون والبذور early pod and seed development – مقارنة بتعريضها لحرارة ٢٢°م نهارًا مع ١٧°م ليلاً – أدى ذلك إلى تقليل أعداد القرون العاقدة، وأعداد البذور فى كل قرن، وكان مرد هذا النقص إلى زيادة سقوط البراعم الزهرية، والأزهار، والقرون الصغيرة، وإلى فشل الإخصاب، وعدم نمو البذور. وقد كان الصنف BBL-47 أكثر حساسية للحرارة العالية من السلالة PI 271998. وفى محاولة للتعرف على الأساس الفسيولوجى لتلك الاختلافات وُجِدَ لدى غمس أعناق براعم زهرية، وأزهار، وقرون صغيرة فى بيئة آجار مغذية أن المعاملة الحرارية أدت إلى نقص كمية إندول حامض الخليك التى انتقلت منها إلى البيئة، وكان هذا النقص (فى كمية إندول حامض الخليك الذى انتقل إلى بيئة الآجار) أقل نسبيًا فى السلالة المتحملة للحرارة العالية منها فى الصنف الحساس BBL-47 (Ofir وآخرون ١٩٩٣). وقد اختلفت الحساسية لمعاملة الحرارة العالية باختلاف مرحلة النمو الزهرى، فكانت المراحل التالية للإخصاب والمراحل المبكرة لنمو القرون أكثر تحملاً للحرارة العالية عن المراحل السابقة للإخصاب. وأدت المعاملة خلال مرحلة تكوين حبوب اللقاح إلى حالة من العقم الذكرى لتسببها فى فقد حيوية حبوب اللقاح، وفشل المتوك فى التفتح، بينما لم يتأثر عضو التأنيث فى الزهرة بالمعاملة الحرارية. وعند التلقيح أدت المعاملة الحرارية إلى تقليل قدرة حبوب اللقاح على النمو خلال ميسم الزهرة؛ مما أدى إلى خفض عقد القرون والبذور، وخاصة فى الصنف BBL-47 الأكثر حساسية للحرارة العالية. وبينما قلت حساسية حبوب اللقاح للحرارة العالية كلما تقدمت فى النضج فإن

أكثر مراحل عضو التأنيث تأثرًا بالحرارة العالية كان عند تفتح الزهرة. وكان النقص فى إخصاب البويضات وعقد البذور الناشئ عن معاملة الحرارة العالية أشد وضوحًا فى أجزاء المبيض الأكثر بعدًا عن الميسم والأقرب إلى عنق الزهرة؛ الأمر الذى ربما يعكس التأثير السلبى للحرارة العالية على نمو الأنابيب اللقاحية. ويستخلص من ذلك أن نقص عقد القرون والبذور فى الفاصوليا بعد التعرض للحرارة العالية يكون مرده إلى التأثير السلبى للحرارة على كل من حيوية حبوب اللقاح وأداء عضو التأنيث فى معظم الأزهار (Gross & Kigel ١٩٩٤).

وعرَّضَ Lusse وآخرون (١٩٩٦) نباتات الفاصوليا أثناء الإزهار لحرارة (نهارًا/وليلاً) مقدارها ١٨/٢٥°م، أو ١٨/٢٨°م، أو ١٨/٣١°م، أو ١٨/٣٤°م، مع حرارة ١٨/٢٨°م قبل الإزهار وبعده، ووجدوا أن التعرض للحرارة العالية أثناء الإزهار أثر سلبيًا على محصول البذور، وكان أعلى محصول عندما كانت الحرارة أثناء الإزهار ١٨/٢٨°م. وأدت زيادة الحرارة من ٢٨°م إلى ٣١°م، وإلى ٣٤°م إلى نقص المحصول بنسبة ١٤، و ٣٠٪، على التوالى، وإلى نقص عقد القرون بنسبة ١٠٪، ونقص عدد البذور/قرن بنسبة ١٠٪، و ٢٠٪، على التوالى، مقارنة بالنباتات التى تعرضت لحرارة ٢٨°م نهارًا بصورة دائمة. وبدا أن المراحل المبكرة للإزهار كانت هى الأكثر حساسية للحرارة العالية.

ودرس Nakano وآخرون (١٩٩٨) أكثر مراحل النمو البرعمى والزهرى تأثرًا بالحرارة العالية فى صنفين من الفاصوليا أحدهما حساس للحرارة العالية والآخر أكثر تحملاً لها. وبعد تعريض النباتات للمعاملة الحرارية (وهى متوسط حرارة يومى قدره ٣٣°م) لمدة يوم إلى خمسة أيام ثم تحديد نسبة عقد القرون .. أمكن تحديد أربع مراحل كانت فيها البراعم حساسة للحرارة العالية، بينما لم تكن الأزهار المتضخمة بالفعل والقرون الصغيرة حساسة للمعاملة الحرارية. وتضمنت المراحل الحساسة الفترات التى سبقت تفتح الأزهار بيوم إلى يومين، وقبل تفتحها بحوالى ٩ أيام، وقبل تفتحها بحوالى ١٢ يومًا. أما قبل تفتح الأزهار بنحو ١١ يومًا فكانت فيه براعم الصنف الأكثر تحملاً أقل حساسية للحرارة العالية، بينما كانت براعم الصنف الحساس حساسة. وتوافقت فترة الحساسية الرابعة والأخيرة مع الفترة التى سبقت تفتح الأزهار بنحو ١٥-٢٥ يومًا؛ فعندما عرضت

الرابعة والأخيرة مع الفترة التى سبقت تفتح الأزهار بنحو ١٥-٢٥ يومًا؛ فعندما عرضت البراعم الصغيرة جدًا لحرارة مرتفعة ليلاً لمدة ٥ أيام، فإنها أنتجت أزهارًا مشوهة تعرضت للسقوط. وأدت المعاملة الحرارية (٣٤,٢°م نهارًا، و ٣٣,٠°م ليلاً لمدة ٢٤ ساعة) قبل تفتح البراعم الزهرية مباشرة إلى نقص نسبة عقد القرون بشدة، بينما لم تُحدث المعاملة الحرارية لمدة ٨ ساعات فقط قبل تفتح البراعم ذلك التأثير.

تأثير القدرة التنافسية - على اجتذاب الغذاء المجهز - فى عقد القرون

نجد فى الأصناف القصيرة – سواء كانت محدودة النمو، أم غير محدودة – أن فترة النمو تكون عادة قصيرة إلى درجة لا تسمح للنبات بزيادة دليل مساحة الورقة قبل بداية عقد القرون. وتشير الأدلة إلى أن لأولى الأزهار تكونًا قوة تنافسية كبيرة على اجتذاب الغذاء إليها؛ ولذا نجد أن جميع الأزهار الأولى فى التكوين يحدث فيها العقد كاملاً، ويلى ذلك فترة تزيد فيها نسبة الأزهار التى تسقط دون عقد. وحتى فى الظروف المثالية للنمو تفشل نحو ٦٠-٧١٪ من الأزهار فى العقد، أو تسقط فيها القرون وهى مازالت صغيرة. وتزداد هذه المشكلة حدة فى الأصناف الحديثة ذات العقد المركز التى تناسب الحصاد الآلى (عن Davis ١٩٩٧).

وتعد البراعم الزهرية أكثر قدرة على جذب الغذاء إليها عن القرون، التى هى بدورها أكثر قدرة على جذب الغذاء إليها عن الأزهار. كما أن القرون التى تكون أكثر عرضة للانفصال هى التى تكون أقل قدرة على جذب الغذاء إليها وهى مازالت فى مرحلتى النمو البرعمى والزهرى، مقارنة بتلك التى تتوفر لها فرصة أكبر للبقاء. وتتحدد فرص البقاء أو الانفصال بموقع عضو التكاثر (البرعم أو الزهرة أو القرن) من النورة؛ حيث تزيد فرصة انفصاله وسقوطه كلما كان موقعه أقرب إلى قاعدة النورة، كما تزداد قدرته على جذب الغذاء إليه فى ذلك الموقع مقارنة بأعضاء التكاثر التى تقع فى المواقع البعيدة عن قاعدة النورة (Binnie & Clifford ١٩٩٩).

ويكفى – عادة – إخصاب بويضة واحدة بالمبيض لمنع سقوط القرن، ولكن القرون قد تفشل فى إكمال نموها وتسقط إن لم تصلها كميات كافية من الغذاء المجهز، ويتوقف

ذلك – عادة – على كمية الغذاء التى تكون مخزنة فى سيقان النبات عند الإزهار. ويتحدد الأمر أولاً وأخيرًا – كما أسلفنا – بالوضع التنافسى للقرون على الغذاء المجهز أو المخزن فى النبات (عن Davis ١٩٩٧).

معاملات منظمات النمو لتحسين العقد

يؤدى رش نباتات الفاصوليا ببعض منظمات النمو إلى تحسين عقد الثمار وزيادة المحصول عندما تكون درجة الحرارة أعلى من ٣٢°م أثناء الإزهار. ويصاحب ذلك نقص فى عدد البذور فى القرن، وتكون القرون أصغر حجمًا وأفضل نوعية. كما تؤدى المعاملة بمنظمات النمو – عندما تكون الظروف مناسبة للعقد – إلى زيادة المحصول، ولكن الزيادة تكون قليلة، ولا تتعدى ١٠–٢٠٪. وترجع الزيادة فى المحصول فى هذه الحالة إلى زيادة نمو القرون فى النباتات المعاملة.

ومن بين منظمات التى استخدمت بنجاح لتحسين عقد الثمار فى الفاصوليا الأوكسينات التالية:

١ – نفثالين حامض الخليك alpha-naphthalineacetic acid (اختصارًا NAA) بتركيز ٥–٢٥ جزء فى المليون.

٢ – بيتا نفثوكسى حامض الخليك beta-naphthoxyacetic acid (اختصارًا NOA) بتركيز ٥–٢٥ جزء فى المليون.

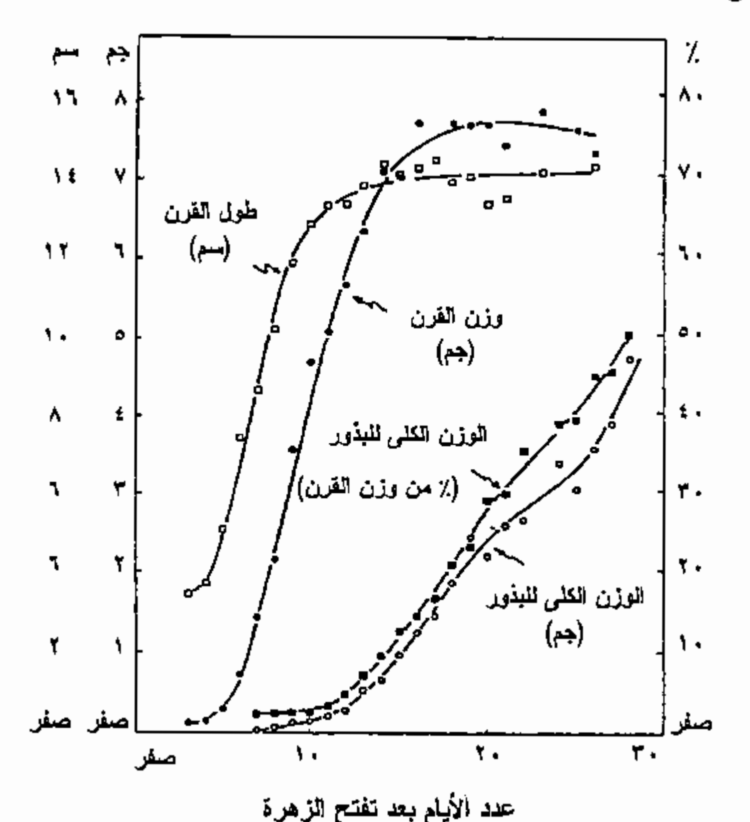
٣ – باراكلورو فينوكسى حامض الخليك Parachlorophenoxyacetic acid (اختصارًا CIPA) بتركيز ١–٥ أجزاء فى المليون، وهو أكثرها تأثيرًا.

٤ – ألفا–أورثو–كلورو فينوكسى حامض البروبيونك alpha-ortho-chlorophenoxypropionic acid (اختصارًا CIPP) بتركيز ١–٥ أجزاء فى المليون.

تجرى المعاملة برش النبات كله، وتكفى عادة رشة واحدة عندما تكون النباتات فى مرحلة الإزهار التام full bloom. ويمكن عند الضرورة إجراء رشة أخرى بعد نحو ٧–١٠ أيام أخرى. ويكفى عادة من ١–٢ جم من منظم النمو فى كل رشة للفدان. ولاتحدث هذه المعاملة أى أضرار للبراعم الزهرية الصغيرة (Wittwer ١٩٥٤، و Weaver ١٩٧٢).

نمو القرون والبذور

تزداد قرون الفاصوليا فى الطـول والـوزن زيـادة خطية سريعة ابتداء من بعد تفتح الزهرة بنحو ٣-٤ أيام وتستمر لمدة حـوالى ٧-١٠ أيـام، ثـم تتوقـف الزيـادة فـى الطـول والوزن بعد ذلك، علمًا بأن معظم الزيادة فى الـوزن يكون مـردهـا إلى نمو الغلاف الثمرى الداخلى endocarp الشحمى؛ هذا بينما لا تبدأ الزيادة الخطـية الملموسة فى وزن البـذور إلا بعد توقف القرون عن النمو (بعد حوالى ١٣ يـومًا من تفتـح الأزهار)، مـع اسـتمرار الزيادة فى وزن البذور بعد ذلك على حساب الغلاف الثمرى الداخلـى الـذى يبـدأ فـى الانهيار، حيث لا يتبقى منه عندما تصل البذور إلى أقصى حجم لها (بعـد حـوالى ٢٨ يومًا من تفتح الأزهار) سوى على هياكل الجدر الخلوية (شكل ٨-٣).



شكل (٨-٣): التغيرات فى نمو قـرون الفاصوليا الكاملة(صنف تندر جريـن **Tendergreen**)، معبرًا عنها بالطول والوزن، مقارنة بالتغيرات فى وزن البـذور فقـط (**Watada & Morris** ١٩٦٧).

فسيولوجيا صفات الجودة

المذاق والنكهة

أمكن التعرف على أكثر من ٤٠ مركبًا متطايرًا فى الفاصوليا الخضراء، كان من بينها مركب أعطى النكهة الخاصة بالفاصوليا الخضراء، وهو cis-hex-3-en-1-al، وعدد من المركبات أعطت النكهة المميزة للفاصوليا المعلبة وهى (عن Stevens وآخرين ١٩٦٧).

cis-hex-3-en-1-ol	oct-1-en-3-ol
linalool	α-terpineol
pyridine	furfural

إلا أن قائمة المركبات المتطايرة التى أمكن التعرف عليها فى الفاصوليا المعلبة تتضمن ما يلى (عن Peirce ١٩٨٧):

Ethanol	3-Pentanone
cis-Hex-3-en-1-ol	Diacetyl
n-Hexanol	2-Heptanone
2-Methyl-2-hexanol	3-Octanone
Oct-1-en-3-ol	Ethyl acetate
Furfurol	Hex-3-en-1-yl acetate
Benzyl alcohol	Ethyl phenyl ether
	Furfuryl methyl ether
Acetaldehyde	Methyl benzyl ether
2-Methylpropanal	Veratrole
3-Methylbutanol	2-Methoxymethyl benzyl ether
Methylthiothanal	2-Butoxytoluene
n-Hexanal	2(2-Methoxyethyl) methoxybenzene
trans-Hex-2-en-1-al	Phenyl ether
Methional	Aryl-methoxy phenol
Furfural	Biphenyl
5-Methylfurfural	
2-Methoxyfurfural	Pulegone
2-Methyltetrahydrofuran	Linalool
Pyridine	α-Terpineol
	α-Phellandrene

الألياف والخيوط

تعتبر قلة أو انعدام الألياف في القرون من أهم صفات الجودة في الفاصوليا الخضراء، وهي صفة وراثية تختلف كثيرًا باختلاف الأصناف. وتكثر الألياف عادة في القرون الخضراء للأصناف التي تزرع لأجل إنتاج البذور الجافة، مثل: سويس بلان.

وقبل انتخاب أصناف الفاصوليا الحالية كان القرن يتفتح عند النضج، وكان يحتوي على طبقة داخلية مبطنة للقرن غنية بالألياف وبالأوعية الخشبية، وخاصة بالقرب من جانبي القرن sutures، وهي التي كانت تشكل الخيوط strings التي تشاهد عند قصف القرن. أما أصناف الفاصوليا الحديثة، فقد اختفت منها تلك الخيوط التي يتحكم في وجودها جين واحد متنح. وقد رافق الانتخاب لصفة غياب الخيوط الانتخاب – كذلك – لصفة ضعف اللجننة في جدر القرن؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة طول الفترة التي تبقى أثناءها القرون صالحة للاستهلاك (عن Davis ١٩٩٧).

وقد وجد Nightingale وآخرون (١٩٦٨) أنه لم يكن لنقص الرطوبة الأرضية أي تأثير على نسبة الألياف في القرون، حتى إذا أدى استمرار النقص إلى ذبول الأوراق يوميًا ذبولاً مؤقتًا بدءًا من بداية مرحلة الإزهار. هذا .. بينما أدت معاملة النباتات بمنظم النمو N-dimethyl amino succinamic acid (يكتب اختصارًا: DMAS)، بتركيز ١٠٠٠ جزء في المليون إلى إحداث نقص معنوي في نسبة الألياف بالقرون سواء أجريت المعاملة عند ظهور أول البراعم الزهرية، أم عند بداية تفتح الأزهار، أم عند بداية عقد الثمار.

محتوى القرون من الكالسيوم

تعد الفاصوليا الخضراء من الخضر الغنية بالكالسيوم، فضلاً عن انخفاض محتواها من كل من الفيتات phytates (التي تربط الكالسيوم في صورة غير صالحة للاستفادة منه)، والأوكسالات oxalates (التي تكوّن مع الكالسيوم أوكسالات الكالسيوم الضارة بالصحة). وتتفاوت أصناف الفاصوليا بدرجة كبيرة في محتوى قرونها من الكالسيوم؛ فمثلاً كان محتوى الكالسيوم (على أساس الوزن الجاف) في قرون الصنف هاي ستايل hystyle أعلى بنسبة ٥٢٪ مقارنة بمحتوى قرون الصنف لابرادور Labrador، هذا على الرغم من أن الصنفين لم يختلفا في امتصاصهما للعنصر، وإنما كان اختلافهما في معدلات توجيه الكالسيوم الممتص إلى القرون (Grusak وآخرون ١٩٩٦).

وفى دراسة أخرى (Miglioranza وآخرون ١٩٩٧) تراوح محتوى الكالسيوم فى قرون ١٢ صنفًا من الفاصوليا الخضراء بين ٤,١ ، و ٥,٧ مجم/جم من الوزن الجاف، ولم تؤثر زيادة تركيز الكالسيوم فى المحلول الأرضى - من ٤ إلى ١٥ مللى مول/لتر - بإضافة الجبس إلى التربة بمعدلات وصلت إلى ٤ أطنان للفدان - لم تؤثر تلك الزيادة معنويًا على محتوى القرون من الكالسيوم.

كذلك لم تؤثر زيادة معدلات التسميد بالكالسيوم حتى ٨٠ كجم Ca للفدان (إضيفت عند الزراعة فى صورة كبريتات كالسيوم، أو على أربع دفعات أسبوعية بداية من قبل الإزهار بنحو أسبوع) .. لم تؤثر تلك الزيادة على محتوى قرون الفاصوليا من الكالسيوم بصورة جوهرية، بينما بقيت الاختلافات محصورة بين الأصناف، حيث كان أعلى محتوى من الكالسيوم فى قرون الصنف إفرجرين Evergreen (٥,٤٧ مجم/جم وزن جاف)، وأقل محتوى فى قرون الصنف لابرادور Labrodor (٤,١ مجم/جم وزن جاف) (Quintana وآخرون ١٩٩٩).

ولقد أظهرت عديد من الدراسات وجود علاقة موجبة بين معدل النتح من القرون ومحتواها من الكالسيوم، وذلك أمر طبيعى باعتبار أن الكالسيوم ينتقل بصورة سالبة مع تيار الماء الممتص والذى يفقد بواسطة النتح من الأجزاء الهوائية للنبات. وعلى الرغم من ذلك، فلم يمكن إثبات وجود علاقة بين عدد الثغور فى وحدة المساحة من القرن وبين محتوى القرون من الكالسيوم؛ مما يعنى أن اختلاف الأصناف فى محتواها من الكالسيوم يرتبط بأمور أخرى، مثل اتساع الثغور، ومعدل النتح، وليس مع كثافة الثغور (عن Quintana وآخرون ١٩٩٩).

وفى هذا الشأن .. أوضح Grusak & Pomper (١٩٩٩) أن تركيز الكالسيوم فى قرون ستة أصناف من الفاصوليا، وكثافة الثغور فيها تناسبتا عكسيًّا مع زيادة قطر القرن من ٦ إلى ١٤ مم فى كل الأصناف. كذلك اختلف محتوى القرن من الكالسيوم عند قطر معين باختلاف الأصناف، ووجد أن كثافة الثغور بالقرون كانت أعلى فى الصنف هاى ستايل عما فى الصنف لابرادور، ومع ذلك تساوى الصنفان فى معدل النتح من القرون، حيث بلغ حوالى ١٥٪ من معدل النتح من السطح السفلى للأوراق فى ظروف مماثلة، وكانت مماثلة لمعدل النتح الأديمى المقدر فى الأوراق التى كانت ثغورها منغلقة. ويعنى ذلك أن

كثافة الثغور ليس لها دور مؤثر فى معدل النتح من القرون، أو أنها تلعب دورًا هامشيًّا. وعندما وضعت قرون الصنفين – قبل الحصاد – فى جو مشبع بالرطوبة انخفض محتواها من الكالسيوم جوهريًّا، إلا أن محتوى قرون الصنف هاى ستايل كان لايزال أعلى من محتوى قرون الصنف لابرادور.

وبدراسة صنفا الفاصوليا هاى ستايل Hystyle ولابرادور Labrador، وهما صنفان يختلفان كثيرًا فى محتوى قرونهما من الكالسيوم .. وجد أن معدل تدفق العصارة Sap فى أوعية الخشب flow rate، ومعدل امتصاص الكالسيوم، وتركيز الكالسيوم فى القرون تختلف بين الصنفين، ولكن لم تظهر أى اختلافات بينهما فى تركيز الكالسيوم فى عصارة الخشب. وقد أظهر الصنف هاى ستايل زيادة مقدارها ٦٠٪ فى معدل تدفق العصارة، و ٥٠٪ فى محتوى القرون من الكالسيوم، و ٧٠٪ فى كمية الكالسيوم الممتص مقارنة بالصنف لابرادور. وكان معدل تدفق العصارة مرتبطًا إيجابيًّا بالكالسيوم الممتص (R = ٠,٩٠)، وبتركيز الكالسيوم فى القرون (R = ٠,٥٥ بالنسبة للقرون حجم ٤، و ٠,٦٥ بالنسبة لكل القرون). وقد ازداد انتقال الكالسيوم فى النبات مع تقدمه فى العمر (Quintana وآخرون ١٩٩٩).

محتوى البذور من الكالسيوم

تتباين أصناف الفاصوليا فى محتوى بذورها من عنصر الكالسيوم؛ الأمر الذى يتبين من المقارنة التالية:

الصنف	متوسط وزن البذرة (مجم)	تركيز الكالسيوم فى البذور (جم/كجم)	دليل حصاد Harvest Index الكالسيوم
Cran-09	٦٠٥	١,٢	٠,٠٣٢
Norstar	١٦١	٢,٢	٠,٠٦٤

ولم يكن هذا الفرق فى محتوى البذور من الكالسيوم راجعًا إلى زيادة امتصاص نباتات الصنف نورستار للعنصر، وإنما بسبب قدرة النباتات على تحويل قدر أكبر من الكالسيوم الممتص إلى البذور. وقد رافقت الزيادة فى محتوى بذور الصنف نورستار من الكالسيوم نقصًا فى محتواها من البوتاسيوم .. وبالمقارنة .. لم تكن للأصناف تأثيرات مماثلة على

الـ harvest index لعناصر المغنيسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم، والفوسفور فى البذور (Moraghan & Grafton ١٩٩٧).

لون البذور

تتباين كثيرًا ألوان البذور الجافة للفاصوليا. وتعتبر الصبغات الأنثوسيانينية هى أكثر الصبغات تواجدًا فى الفاصوليا الملونة. وقد وجد Takeoka وآخرون (١٩٩٧) ثلاثة أنواع من الصبغات الأنثوسيانينية فى بذور صنف الفاصوليا UI911 السوداء اللون، هى:

الصبغة	نسبتها (٪)
delphindin 3-glucoside	**٥٦**
petunidin 3-glucoside	**٢٦**
malvidin 3-glucoside	**١٨**

وقد بلغ محتوى الأنثوسيانين المونومرك monomeric anthocyamin الكلى لبذور هذا الصنف ٢١٣ ± ٢ مجم/١٠٠ جم من البذور التى بلغ محتواها الرطوبى ١٠,٠٤ ± ٠,٠٢٪.

حجم البذور

إن حجم بذور الفاصوليا صفة وراثية تختلف باختلاف الأصناف. وقد وجد Sexton وآخرون (١٩٩٧) أن معدل نمو البذور seed growth rate – على أساس الوزن الجاف – ازداد بالزيادة فى كل من عدد خلايا الفلقات بالبذرة وحجم الخلية، وكانت العلاقة خطية بين معدل نمو البذرة وحجم خلايا الفلقات فى مجموعة من أصناف الفاصوليا.

بروتينات البذور

يعد الفسيللين vicillin هو البروتين الرئيسى فى بذور الفاصوليا وكذلك فاصوليا الليما، بينما تحتوى بذور فاصوليا ملتى فلورا على البروتين لجيومين legumin بصورة أساسية. وفى الفاصوليا العادية يعرف الفسيللين باسم فاصيولين phaseolin، وهو يشكل حوالى ٥٠٪ من البروتين الكلى فى البذور، ويليه فى الأهمية البروتين فيتوهيما جلوتينين

phytohemaglutenin، وهو لكتين lectin، ويشكل حوالى ١٠٪ من البروتين المخزن فى البذور، ويمكن أن يتواجد فى بعض الطرز البرية من الفاصوليا - بروتين آخر من اللكتينات يعرف باسم أرسلين arcelin - قد تصل نسبته إلى ٤٠٪، ويرتبط بمقاومة بذور الفاصوليا لبعض حشرات المخازن.

لا يحتوى الفيتوهيما جلوتينين على أى من الأحماض الأمينية الكبريتية، وهو شديد السمية للحيوانات الـ monogasteric، ويقلل من القيمة الغذائية للفاصوليا. ويوجد لكتين آخر فى الفاصوليا يعتبر مثبطًا للألفا أميليز alfa-amylase inhibitor، ويشكل ما يمكن أن يصل إلى ٥٪ من البروتين الكلى، وهو كذلك سام للحيوانات لأنه يؤثر سلبيًّا على استفادتها من النشا، ويرتبط الألفا أميليز - مثل الأرسلين - بمقاومة بذور الفاصوليا لبعض حشرات المخازن (عن Davis ١٩٩٧).

المركبات الضارة بصحة الإنسان فى قرون الفاصوليا الخضراء

تحتوى قرون الفاصوليا الخضراء على بعض المركبات التى تعتبر سامة للإنسان، ولكن معظمها يتحطم أثناء الطهى ولا يتبقى منها أى أثر، ومن أمثلتها ما يلى:

١ - مضادات التربسين Anti Tryptic Factors:

تمنع هذه المركبات نشاط إنزيم التربسين فى الأمعاء، وتعوق بالتالى عملية هضم البروتين، والاستفادة منه، ولكن معاملة الفاصوليا بالحرارة أثناء الطهى تؤدى إلى تحطيم هذه المركبات. وهى مركبات عالية المحتوى من الحامض الأمينى سستاين cystine. وبالرغم من أنها لا تشكل سوى ٢,٥٪ من البروتين الكلى للفاصوليا، إلا أنها تحتوى على ٣٠-٤٠٪ من السستاين الكلى بالقرون. ويعنى ذلك أن الانتخاب لزيادة محتوى الأصناف من هذا الحامض يعنى تلقائيًّا زيادة محتواها من مضادات التربسين.

٢ - مركبات تجلط الدم Hemagglutinins:

تؤدى هذه المركبات إلى تجلط كرات الدم الحمراء، وهى أيضًا تتحطم بالحرارة أثناء الطهى.

٣ - حامض الفيتك Phytic Acid:

يتحد حامض الفيتك مع بعض العناصر المعدنية مثل الكالسيوم ويجعلها فى صورة

غير ميسرة للاستعمال الآدمى. ولا يمكن التخلص من هذا المركب بالطهى، لكن كميته تكون منخفضة جدًا فى الفاصوليا على أية حال (Robertson & Frazier ١٩٧٨).

العيوب الفسيولوجية

لفحة الشمس

تعتبر لفحة الشمس sunscald من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر فى الفاصوليا، وتلاحظ الأعراض إذا تعرضت القرون لأشعة الشمس القوية فى يوم حار، حيث يؤدى ذلك إلى موت الخلايا السطحية المواجهة للشمس. ولايحدث ذلك عادة إلا إذا ضعف النمو النباتى وسقطت الأوراق لأى سبب كان. وأول الأعراض هو ظهور بقع صغيرة جدًا بنية اللون أو حمراء على الجانب المعرض للشمس. وتزداد هذه البقع فى الحجم تدريجيًا، وتلتحم مع بعضها طوليًا على صورة خطوط متوازية بطول القرن. وتكون الأنسجة المتأثرة مائية المظهر فى البداية ثم تصبح غائرة. وتلتحم المناطق المصابة معًا لتكون بقعًا أكبر ذات لون بنى ضارب إلى الحمرة، وقد تغطى هذه البقع كل سطح القرن (شكل ٨-٤، يوجد فى آخر الكتاب) (Ramsey & Wiant ١٩٤١).

وتزداد حدة الأعراض إذا حدث التعرض لأشعة الشمس القوية بعد فترة من الغيوم الكثيرة مع رطوبة نسبية عالية.

القرون الخضراء المصفرة

تعرف القرون الخضراء المصفرة chlorotic pods – كذلك – بالقرون البيضاء، ومن أهم أعراضها فقد القرون للونها الأخضر المميز للصنف، واكتسابها للون أخضر مشوب بالصفرة، أو أصفر مشوب بالخضرة، ولكن القرون لا تصبح صفراء اللون أو بيضاء. وتتوقف درجة فقد القرون للونها الأخضر المميز على كل من مدى دكنة اللون الأخضر الطبيعى وشدة الإصابة.

تزداد شدة الإصابة بهذه الحالة مع شدة الإصابة بالذبابة البيضاء من النوع *Bemisia argentifolii*، وهى التى كانت تعرف خلال ثمانينيات القرن العشرين وبداية التسعينيات منه باسم طراز B البيولوجى، أو سلالة فلوريدا، أو ذبابة البانسية البيضاء،

وذلك فى مقابل طراز A البيولوجى، أو سلالة كاليفورنيا، أو ذبابة البطاطا الحلوة أو القطن البيضاء، وهى التى كانت – ومازالت – تعرف بالاسم العلمى *Bemisia tabaci*. انتشر النوع *B. argentifolii* منذ أواخر الثمانينيات، وانتشرت معه نوعيات مختلفة من الإصابات الفسيولوجية، لعل من أبرزها حالة مميزة من النضج المتبقع فى ثمار الطماطم (حسن ١٩٩٨)، والتلون الفضى فى أوراق الكوسة (حسن ٢٠٠٠)؛ ويعد ذلك العيب الفسيولوجى الأخير هو السبب فى تسمية الذبابة *B. argentifolii* – كذلك – باسم ذبابة ورقة الكوسة الفضية البيضاء squash silver-leaf whitefly. وفى هاتين الحالتين – الطماطم والكوسة – يرتبط ظهور العيب الفسيولوجى بتغذية حوريات nymphs الذبابة البيضاء، حيث تفرز أثناء تغذيتها سمومًا تتحرك ببطء شديد فى الأنسجة النباتية لتحدث تلك الأعراض.

ولقد وجد Hassan & Sayed (١٩٩٩) أن حالة القرون الخضراء المصفرة ترتبط – هى الأخرى – بالإصابة بالذبابة البيضاء من النوع *B. argentifolii*؛ ويعتقد أن ملابسات ظهور هذا العيب الفسيولوجى تتفق تمامًا مع ظهور أعراض العيوب الفسيولوجية الأخرى التى تحدثها هذه الذبابة.

ويمكن مكافحة هذا العيب الفسيولوجى – الذى طالما عانى منه منتجى الفاصوليا ومصدريها – بمكافحة الذبابة البيضاء، كما تمكن الباحثان من مكافحة المشكلة جزئيًا بالتسميد الورقى للنباتات، وبزراعة الأصناف ذات القرون الأكثر إخضرارًا.

أضرار الرياح

تؤدى الرياح القوية إلى احتكاك القرون ببعضها البعض وبالأجزاء النباتية الأخرى؛ مما يؤدى إلى الإضرار ببعض الخلايا السطحية للقرون فى أحد جوانب القرن؛ ويؤدى ذلك إلى التواء القرن حول الجزء الذى أضيرت خلاياه (شكل ٨-٥، يوجد فى آخر الكتاب) لأن خلايا الجانب الآخر غير المضارة تستمر فى النمو، بينما لا تنمو الخلايا التى أضيرت. تكون الأجزاء المتأثرة من القرون طويلة ومتغيرة اللون، حيث تبدو بلون أسمر ضارب إلى الخضرة، كما تكون مرتفعة قليلاً.

كذلك يظهر على أوراق النباتات المتأثرة بأضرار الرياح نوعين من الأعراض، هما: تمزقات الأوراق، وظهور بقع سمراء مخضرة اللون بغير حافة محددة، تنتج من جراء احتكاك الأوراق ببعضها البعض.

وتسبب الرياح الشديدة رقاد النباتات وتكسر السيقان.

وتعد الأصناف الطويلة أكثر حساسية لأضرار الرياح عن الأصناف القصيرة.

أضرار البَرَدْ

تشتمل أعراض الأضرار التى يسببها سقوط البَرَدْ hail تمزق الأوراق، وتكسر السيقان والفروع وسحقها، وظهور مساحات مخدوشة بيضاء اللون على السيقان، والفروع، وأعناق الأوراق، والأوراق. ويتوقف مدى الضرر على شدة ومدة العاصفة وحجم حبات البَرَدْ، وطراز النمو النباتى (محدود أم غير محدود النمو)، ومرحلة النمو التى يتعرض خلالها النبات للبَرَد. وغالبًا ما تُرى نسبة كبيرة من وريقات النبات وقد انكسرت وتساقطت على سطح التربة. كذلك قد تُخدش القرون، ويتغير لون الأجزاء المخدوشة. ويؤدى البَرَدْ الغزير إلى موت نسبة من النباتات وتأخير الحصاد.

وإذا حدثت عاصفة البَرَدْ خلال الأسابيع الخمسة الأولى من النمو النباتى يتعين تقدير نسبة النباتات التى أضيرت بشدة لاتخاذ قرار بشأن إعادة الزراعة فى حالة الضرورة. وتزداد شدة الضرر فى الأصناف المحدودة النمو عندما يسقط البرد خلال الـ ٤٠–٤٥ يومًا الأولى من نموها عما يكون عليه الحال فى الأصناف غير المحدودة النمو، لأن الأصناف المحدودة النمو تتجه من النمو الخضرى إلى النمو الثمرى بعد ظهور الزهرة الأولى. وعمومًا تكون أمام النباتات فرصة أكبر لتعويض الضرر إذا ما حدث فى بداية موسم النمو.

وإذا ما اقترن سقوط البَرَدْ بالرياح والأمطار فإن الأنسجة المتأثرة بالبَرَدْ تكتسب غالبًا مظهرًا مائيًّا، ويمكن حينئذ للبكتيريا المرضة أن تصيب النبات من خلال تلك الأنسجة، وتنتشر فى الحقل بواسطة الرياح والأمطار.

أضرار البرق

تظهر أحيانًا مساحات من حقول الفاصوليا وقد ماتت فيها النباتات أو أضيرت بشكل غير عادى، دون أن تكون هناك أية أعراض لإصابات مرضية، ويحدث ذلك عند التعرض للبرق. تحتوى المساحات المتأثرة – والتى تكون دائرية غالبًا – على نباتات صفراء إلى بنية اللون تموت فى خلال أيام قليلة. ويتراوح لون نسيج النخاع فى سيقان هذه النباتات بين البنى والأسود (Hall ١٩٩٩).

أضرار الأوزون

تظهر أضرار الأوزون على الفاصوليا عند زيادة تركيز الغاز (O_3) فى الجو بفعل عوادم السيارات، أو بعد البرق فى العواصف الرعدية، وتتوقف شدة الضرر على تركيز الغاز. ومن أهم الأعراض ظهور بقع صغيرة بيضاء اللون على أى من سطحى الورقة. وعندما تكثر تلك البقع وتتلاحم فإنها تكسب الأوراق لونًا أبيض، ولكن تبقى العروق خضراء اللون، وتكثر هذه الأعراض على الأوراق السفلى التى لا تتعرض للضوء بصورة مباشرة. ومن الأعراض الأخرى الشائعة تلون السطح العلوى للأوراق بلون قرمزى ضارب للبنى ينتج من تلاحم بقع صغيرة كثيرة باللون ذاته، وتعرف هذه الأعراض باسم التلون البرونزى bronzing.

ويؤدى نقص الزنك إلى زيادة أضرار الأوزون. ويرتبط ذلك بدور الزنك – وكذلك النحاس – كمرافقات لإنزيمات الـ superoxide dismutases، ومن ثم فإنه يعمل على التخلص من الـ superoxide anions السامة التى تتكون عند التعرض للأوزون (Wenzel & Mehlhorn ١٩٩٥).

وقد أدى تعرض نباتات الفاصوليا للأوزون تحت ظروف الحقل إلى نقص محصول القرون بنسبة ١٤٪، وازدادت أعراض الإصابة بصورة رئيسية بعد الإزهار، وكانت النباتات أكثر حساسية للأوزون خلال مرحلتى الإزهار والإثمار (Vandermieren وآخرون ١٩٩٥). ومع زيادة تركيز الأوزون ازدادت مقاومة الثغور، وانخفض معدل البناء الضوئى، ولكن تعين تراكم تركيز حرج من الأوزون فى نسيج الأوراق قبل أن يتأثر البناء الضوئى فيها (Salam & Soja ١٩٩٥).

وأحدث تعريض نباتات الفاصوليا للأوزون بتركيز ٨٠ جزءًا فى البليون لمدة ٤ ساعات نقصًا سريعًا في نشاط البناء الضوئى، وأمكن الكشف عن تعرض النباتات للشدّ البيئى – مثل التلوث بالأوزون – عن طريق استعمال القياسات الفسيولوجية، مثل التبادل الغازى، واستشعاع (فلورة) الكلوروفيل chlorophyll fluorescence (Guidi وآخرون ١٩٩٧).

وتنتج نباتات الفاصوليا التى تتعرض للأوزون (بتركيز ١٣٠ جزءًا فى البليون لمدة ٤ ساعات) بروتينًا مماثلاً للبروتين الذى تنتجه الأوراق لدى حقنها بأى من فيروسى موزيك التبغ TMV أو تحلل التبغ TNV (Maffi وآخرون ١٩٩٥).

هذا .. وتتباين أصناف الفاصوليا كثيرًا فى مدى حساسيتها للأوزون، ومن أكثر الأصناف تحملاً تندركروب Tendercrop، وبروفيدر Provider، وإيجل Eagle (عن Hagedorn & Inglis ١٩٩٨).

وقد أوضحت دراسات Tonneijck & Dijk (١٩٩٧) أن معاملة نباتات الفاصوليا التى تعرضت لتركيزات مرتفعة نسبيًّا من الأوزون .. معاملتها عن طريق التربة بمضاد الأكسدة: الإثيلين داى يوريا ethylenediurea أدى إلى توفير حماية جزئية لها من أضرار الأوزون، حيث أدت المعاملة إلى زيادة محصول البذور الجافة، وكانت المعاملة مصاحبة بزيادة فى عدد أوراق النبات عند الحصاد؛ مما يعنى أن المعاملة أخّرت شيخوخة الأوراق، وأن ذلك ربما كان عاملاً هامًا فى تفسير الزيادة فى المحصول والحماية من الأضرار التى يحدثها الأوزون بالأوراق.

أضرار ثانى أكسيد الكبريت

يعد ثانى أكسيد الكبريت sulfur dioxide أحد أهم ملوثات الهواء الجوى، كما تعد الفاصوليا من الخضر الحساسة له.

وتؤدى المعاملة باليونيكونازول uniconazole إلى حماية النباتات من أضرار التعرض لغاز ثانى أكسيد الكبريت، وتكون الحماية كاملة عند زيادة تركيز منظم النمو (إلى ٠,٠٢

مجم/أصيص). وقد أدى هذا التركيز المرتفع إلى نقص معدل زيادة مساحة الأوراق بنسبة ٤٢٪ ونقص استطالة الساق بنسبة ٥٣٪، ولكنه لم يؤثر على عدد القرون أو وزنها الجاف. ويبدو أن الحماية التى وفرتها المعاملة باليونيكونازول من أضرار ثانى أكسيد الكبريت كان مردها جزئيًا إلى زيادتها لنشاط مضادات الأكسدة فى الأنسجة النباتية؛ مما أدى إلى خفض الأضرار التى تحدثها الأكسدة. هذا ولم تؤثر المعاملة بمنظم النمو على مقاومة الثغور، بما يعنى أن انغلاق الثغور لم يلعب دورًا فى زيادة تحمل أضرار ثانى أكسيد الكبريت (Ku وآخرون ١٩٩٦).

الفصل التاسع

حصاد وتداول الفاصوليا

النضج

أولاً: محصول القرون الخضراء

صفات الجودة

من أهم الصفات التى تقاس بها جودة محصول القرون الخضراء، ما يلى:

١ – نسبة وزن البذور.

٢ – الصلابة firmness.

٣ – المقاومة للقطع resistence to shear.

٤ – اللون.

٥ – النضارة.

٦ – نسبة الألياف.

٧ – نسبة المواد الصلبة غير القابلة للذوبان فى الكحول.

٨ – نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية.

٩ – نسبة فيتامين جـ.

١٠ – الحموضة الكلية المعايرة.

هذا .. وتزداد نسبة المواد الصلبة غير القابلة للذوبان فى الكحول، والمواد الصلبة الكلية فى القرون مع تقدمها فى النمو، بينما تنخفض نسبة الرطوبة والمحتوى الكلوروفيلى (Martinez وآخرون ١٩٩٥).

موعد الحصاد

تكون حقول الفاصوليا الخضراء عادة جاهزة للحصاد بعد نحو ٥٠–٦٠ يومًا من

الزراعة بالنسبة للأصناف القصيرة، وبعد ذلك بنحو ١٠ أيام أخرى بالنسبة للأصناف الطويلة التي يستمر فيها الحصاد لفترة طويلة. وتكون بداية الحصاد عادة بعد نحو ١٢-١٤ يومًا من تفتح الأزهار الأولى على النبات، علمًا بأنه يلزم فى المتوسط نحو ٧-١٠ أيام من التلقيح لحين وصول القرن إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد.

علامات الصلاحية للحصاد

يكون حصاد محصول القرون الخضراء على أساس قطر القرون، وليس طولها. وقد سبقت الإشارة إلى أقطار القرون الخاصة بكل فئة من فئات الفاصوليا الخضراء، وهى: الفائقة الرفع، والرفيعة جدًّا، والرفيعة، والبوبى، والرومانو، والمنجتوه تحت موضوع الأصناف فى الفصل السادس، كما نلقى مزيدًا من الضوء على هذا الأمر تحت موضوع التصدير فى نهاية هذا الفصل.

وفى معظم دول العالم المتقدمة زراعيًّا يتم حصاد محصول القرون الخضراء البوبى آليًّا، ويكون ذلك قبل اكتمال نمو القرون، وقبل أن تكبر البذور إلى الدرجة التى تؤدى إلى إنتفاخ مواضع البذور فى القرن كما فى حالة الحصاد اليدوى. وتعتبر مرحلة النمو التى تصل فيها البذور إلى ربع حجمها الطبيعى هى أفضل مرحلة للحصاد الآلى. وإذا تركت القرون بدون حصاد بعد بلوغها هذه المرحلة .. فإنها تكبر وتتليف وتقل نوعيتها بدرجة كبيرة، ويكون ذلك مصاحبًا بزيادة كبيرة فى المحصول تبلغ حوالى ربع طن أو أكثر يوميًّا. وتكون الزيادة اليومية فى حجم القرون أكبر بكثير فى الجو الدافئ عما فى الجو البارد. ونظرًا للتباين فى موعد تفتح الأزهار فى الحقل .. فمن المحتم ظهور تباين كبير فى حجم القرون عند الحصاد. ويعد أفضل موعد لإجراء الحصاد هو عندما يمكن الحصول على أكبر كمية، وأعلى نسبة من المحصول ذى الجودة العالية (Thompon & Kelly ١٩٥٧، و Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

ويمكن تحديد الموعد المناسب للحصاد الآلى بتقدير نسبة البذور، ونسبة الألياف فى القرون، وتتميز هذه الطريقة بدقتها إلا أنها لا تتبع عادة. والطريقة المتبعة لذلك – فى الولايات المتحدة – هى بتدريج القرون حسب قطرها، وهى ما تعرف بطريقة sieve size نظرًا لاعتمادها على ما إذا كانت القرون يمكن أن تنفذ أو لا تنفذ من مناخل ذات

ثقوب معلومة الأقطار. وتدرج الفاصوليا تبعًا لهذه الطريقة إلى الدرجات المبينة فى جدول (٩-١). ويلاحظ من الجدول أن قطر القرن يختلف فى الدرجة الواحدة فيما بين الأصناف ذات القرون المستديرة المقطع، والأصناف ذات القرون المبططة. وبرغم أن المستهلك يربط بين القرون الصغيرة والنوعية الجيدة، إلا أن الأصناف ذات القرون الكبيرة بطبيعتها تكون نوعيتها جيدة حتى إذا كانت من قياس (sieve size) ٥، أو ٦.

جدول (٩-١): تدريج الفاصوليا الخضراء حسب سعة ثقوب المناخل التى يمكن أن تنفذ منها القرون (sieve size).

القياس (أو الـ sieve size)		قطر القرن (١/٦٤ من البوصة)	
		القرون المستديرة	القرون المبططة
١	(U. S. No. 1)	أقل من ١٤,٥	—
٢	(U. S. No. 1)	١٤,٥ إلى أقل من ١٨,٥	أقل من ١٤,٥
٣	(U. S. No. 1)	١٨,٥ إلى أقل من ٢١,٠	١٤,٥ إلى أقل من ١٨,٥
٤	(U. S. No. 1)	٢١,٠ إلى أقل من ٢٤,٠	١٨,٥ إلى أقل من ٢١,٠
٥	(U. S. No. 2)	٢٤,٠ إلى أقل من ٢٧,٠	٢١,٠ إلى أقل من ٢٤,٠
٦	(U. S. No. 2)	٢٧,٠ فأكثر	٢٤,٠ فأكثر

وتتخذ نسبة القرون من قياس ٤ أو أقل إلى القرون الأكبر من ذلك كأساس لتحديد الموعد المناسب للحصاد الآلى. ويجرى الحصاد عادة عندما تكون النسبة ٧٠ : ٣٠، أو ٦٥ : ٣٥، أو ٦٠ : ٤٠، ويجرى أحيانًا عندما تكون النسبة ٥٠ : ٥٠. وتتبع النسب الواسعة، مثل: ٧٠ : ٣٠، و ٦٥ : ٣٥ مع الأصناف ذات القرون الرفيعة، والنسب الضيقة مع الأصناف ذات القرون الكبيرة بطبيعتها. كما تتبع النسب الواسعة فى الجو الحار الذى تزداد فيه نسبة الألياف فى القرون التى من قياسى ٥، و ٦ (Sandsted ١٩٦٦).

ثانيًا: محصول البذور الخضراء

من أهم علامات النضج لأجل الحصاد الآلى (مرة واحدة) فى أصناف الفاصوليا التى

تؤكل فيها البذور الخضراء green-shelled beans ظهور أول قرن جاف على النبات؛ فحينئذٍ يمكن إجراء الحصاد بأمان مع الحصول على حوالى ٨٥٪ من محصول القرون الكلى المتوقع. ويؤدى تأخير الحصاد عن هذا الموعد إلى زيادة محصول القرون الكلى حتى يصل إلى ١٠٠٪ من المحصول المتوقع بعد نحو ٦٥–٧٠ يومًا من الزراعة، ولكن يصاحب ذلك ظهور نسبة عالية من القرون الصفراء والجافة غير المرغوب فيهما (Román-Hernández & Beaver ١٩٩٦).

الحصاد

أولاً: محصول القرون الخضراء

يتراوح محصول الفدان من القرون الخضراء بين ٣، و ٧ أطنان للفدان، ويتوقف ذلك على الصنف وميعاد الزراعة.

وبينما يجرى الحصاد الآلى مرة واحدة، فإن الحصاد اليدوى قد يستغرق من ١٥ يومًا فى الأصناف البوبى والرومانو فى الجو الدافئ إلى نحو ستة أسابيع عندما يكون الجو معتدلاً أو مائلاً للبرودة، وخاصة فى الأصناف الفائقة الرفع والرفيعة التى يؤدى استمرار حصاد قرونها وهى صغيرة إلى استمرارها فى النمو والإنتاج لفترة طويلة. هذا .. بينما قد يستمر الحصاد فى الأصناف المتسلقة لمدة ثلاثة أشهر.

لاتزيد – عادة – كمية المحصول من القرون الفائقة الرفع التى يمكن لعامل متمرس على عملية الحصاد جمعها عن ١٥ كجم فى اليوم، ولذا .. يتعين توفر عدد كاف من العمال خلال موسم الحصاد. ويلزم عادة حوالى ٦ عمال لحصاد الفدان الواحد يوميًا طوال موسم الحصاد الذى يستمر حوالى ٢٥ يومًا؛ أى أن محصولاً إجماليًا قدرة ٣٦٠٠ كجم/فدان سوف يتطلب ١٢٠ عاملاً على امتداد فترة الحصاد.

الحصاد اليدوى

من أهم الأمور التى يتعين مراعاتها عند الحصاد، ما يلى:

١ – إجراء الحصاد فى الصباح الباكر بعد زوال الندى، أو فى المساء، والهدف من ذلك هو أن تكن درجة حرارة القرون منخفضة نسبيًا عند الحصاد، فلا يكون معدل

التنفس فيها شديد الارتفاع، وذلك إلى حين تبريدها، كما يعمل الحصاد بعد زوال الندى على تجنب انتشار الأمراض.

٢ – الحصاد كل يوم إلى يومين فى الأصناف الفائقة الرفع، وكل يومين إلى ثلاثة أيام فى الأصناف الرفيعة، وكل ثلاثة إلى سبعة أيام فى الأصناف البوبى، وتكون الفترة الأقصر – من كل فئة صنفية – فى الجو الحار (٢٥–٣٠°م)، والفترة الأطول فى الجو المعتدل (١٨–٢٠°م)، والهدف من ذلك هو تجنب زيادة حجم القرون عما ينبغى للصنف، علمًا بأن معدل نموها يكون أسرع فى الجو الحار عما فى الجو البارد. وتجدر الإشارة إلى أن إطالة الفترة بين الجمعات عن الحدود المبينة أعلاه تعنى زيادة نسبة المحصول من الفئات ذات القرون الأسمك، مع زيادة احتمالات تليف القرون وزيادة طولها عما ينبغى للصنف.

٣ – جمع القرون بجزء من العنق.

٤ – لا يحتفظ بالقرون التى يتم حصادها فى اليدين، ولا يتم الضغط عليها، وإنما توضع مباشرة فى عبوات القطف.

٥ – عدم وضع أى قرون غير صالحة للتسويق فى عبوات القطف.

٦ – عدم حصاد أى قرون صغيرة أكثر مما ينبغى، وحصاد جميع القرون الصالحة للحصاد بالنبات قبل الانتقال إلى نبات جديد.

٧ – نقل المحصول من عبوات القطف إلى عبوات الحقل بلطف حتى لا تجرح القرون، وتفضل أن تكون عبوات الحقل سعة ٥ كجم فقط.

٨ – نقل عبوات الحقل سريعًا إلى محطة التعبئة، مع مراعاة تغطيتها أثناء تجميعها ونقلها لتجنب تعريضها لأشعة الشمس المباشرة، ولخفض فقدانها للرطوبة.

الحصاد الآلى

لا يجرى الحصاد الآلى إلا مع الأصناف المناسبة لذلك، وهى التى تتميز بالعقد المركز خلال فترة زمنية قصيرة، وسهولة فصل القرون من النبات بآلة الحصاد. وتتراوح سرعة الحصاد الآلى عادة من ثلاثة أرباع فدان إلى فدان واحد فى الساعة. ويعاب على الحصاد

الآلى أنه يحدث أضرارًا كثيرة بجميع قرون النبات، مما يـؤدى إلى زيـادة سـرعة فقدهـا للرطوبة (Hoffman ١٩٧١).

وقد جرت محاولات لإسقاط أوراق النباتات قبل الحصاد برشها بالإثيفون، بتركيزات تراوحت بين ٢٥٠ و ٤٠٠ جزء فى المليون. وبرغم أن المعاملة أسـقطت نسـبة كبـيرة مـن الأوراق إلا أنها تسببت أيضًا فى نقص المحصول واصفرار بعض القرون، وسقوط بعضها. وقد كان الضرر أقل عند استعمال التركيزات المنخفضة، وعند تأخير المعاملـة حتـى قبـل الحصـاد بفـترة قصـيرة، كمـا كـانت المعاملـة أكـثر فاعليـة صيفًـا عنـها فـى الخريـــف (Palevitch ١٩٧٠).

تقوم آلة الحصــاد بتجريـد النبـات مـن جميـع القـرون والأوراق، ولا تبقـى إلا علـى السيقان، ويتم فصل القرون عن مختلف الأجزاء النباتية المختلطة بها أثنـاء المـرور علـى أجزاء مختلفة من الآلة. وعلى الرغـم مـن ذلـك فـإن المحصـول الـذى يصـل إلى محطـة التعبئة يـكون مليئًـا بشـتى أنـواع القـرون غـير الصالحـة للاســتهلاك؛ ذلـك لأن آلـة الحصاد لا يمكنها التمييز بين القرون الجيدة والقرون غـير الصالحـة، فضـلاً عمـا يكـون مختلطًا بالقـرون من أجزاء السيقان. ولـذا .. فـإن الأمـر يتطلـب إجــراء فـرز لجميـع القـرون فى محطـة التعبئة، وهو أمــر مكلـف، بالإضافـة إلى أن هـذه العمليـة الإضافيـة تعنى مزيدًا من التداول للقـرون التـى تـكون أصـلاً مثخنـة بـالجروح مـن جـراء عمليـة الحصاد الآلى.

إن الحصاد الآلى للفاصوليا يتسبب فى إحـداث جـروح كثـيرة بـالقرون، الأمـر الـذى يؤدى إلى سرعة تلفـها، ويجعـل عمليـة الحصـاد الآلى غـير مناسـبة لأجـل الاسـتهلاك الطازج. وقـد وجـد أن معاملـة القـرون بالـــ sodium dehydroacetate يؤخـر التغـيرات اللونية فى القرون التى تنتج مـن عمليـة الحصـاد الآلى. ولكـن إلى جـانب التجريـح فـإن المحصول يبقى فى الحقل لمدة تصل إلى خمس سـاعات إلى حـين امتـلاء سـيارات النقـل (الذاتية التفريغ) التى تكون أبعادها – عادة ٢,٢ × ٢,٠ × ١٠ م، مع تأخير يصـل إلى سـاعتين لحين التفريغ عند محطة التعبئة. ومع الخطوات الكثيرة التى تمر عليها القرون فى محطة التعبئة، وما يعقب ذلك من نقل إلى أسـواق الجملة فى مدة تصـل إلى ١٢–٢٤

ساعة على حرارة ٣-٦°م، وبقاء المحصول فيها على نفس المدى الحرارى لمدة يوم إلى ثلاثة أيام قبل نقله إلى أسواق البيع حيث تبقى فيها على حرارة ٥°م - وربما فى حرارة الغرفة - لحين بيعها فى خلال ٣-٤ أيام، أو عرضها للبيع السريع بأسعار منخفضة .. كل ذلك يجعل قرون الفاصوليا الخضراء فى حالة سيئة قبل أن تصل إلى يد المستهلك. وأوضح علامات التدهور تكون: الذبول وفقدان النضارة، وبهتان اللون، والتغيرات اللونية، كما أن محتوى القرون من حامض الأسكوربيك (فيتامين جـ) ينخفض بانتظام من بعد الحصاد حتى الاستهلاك (Shewfelt وآخرون ١٩٨٦).

ثانياً: محصول البذور الخضراء

حصاد الفاصوليا التى تزرع لأجل بذورها الخضراء:

تترك القرون حتى يكتمل حجمها، ويكتمل تكوين بذورها، وتحصد قبل أن يبدأ جفاف القرون أو البذور.

ثالثاً: محصول البذور الجافة

لا تزرع لأجل البذور الجافة .. سوى أصناف الفاصوليا القصيرة. يجرى الحصاد بعد جفاف أغلب القرون وقبل انشطار القرون السفلى، ويتم بقطع النباتات من تحت سطح التربة إما يدويًّا أو آليًّا، على أن يكون ذلك فى الصباح الباكر أثناء وجود الندى على النباتات لتقليل انتثار البذور. وقد تترك النباتات فى مكانها معرضة للشمس والهواء حتى تجف، أو تنقل إلى أماكن خاصة لذلك. وأنسب موعد لقطع النباتات هو عندما تتاروح نسبة الرطوبة فى البذور من ١٦-٢٠٪ (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

ويفيد التخلص من أوراق النبات فى تسهيل إجراء عملية الحصاد الآلى، ويستخدم لذلك بعض التحضيرات، مثل: Shed-A-Leaf الذى تعامل به النباتات، بمعدل ٨ لترات فى ٦٠-١٢٠ لتر ماء للفدان. وأنسب موعد للمعاملة هو عندما يبدأ تغير لون الأوراق السفلى. وتتميز هذه المرحلة بأن فلقات بذور الأصناف ذات البذور البيضاء تصبح عاجية اللون، وأن ٨٠-٩٠٪ من بذور الأصناف من مجموعة الردكدنى Red Kidney تصبح حمراء اللون. ولا تفيد المعاملة إذا كانت الحرارة السائدة أقل من ١٦°م، أو إذا

كان من المتوقع هطول أمطار فـى خـلال ست سـاعات مـن المعاملـة (Minges وآخـرون ١٩٧١).

ومـن المركبـات الأخـرى التـى اسـتخدمت لهـذا الغـرض .. مركـب الإثيفـون، وقـد استخدم بتركيز ٦٠ جزءًا فى المليون قبل موعد الحصاد الطبيعى – للصنف كاليفورنيا رد لايت California Red Light بأسبوع واحد. وأدت هذه المعاملة إلى إسقاط نحو ٩٠٪ من أوراق النبات دون أن تؤثر على المحصـول. ولكـن إجراءهـا مبكـرًا قبـل موعـد الحصـاد الطبيعى – بخمسـة وعشرين يومًا – أدى إلى نقص المحصول بنسـبة ٢٥٪، كمـا لم تكـن المعاملة فعالة عندما أجريت فى حرارة ١٠°م حتى مـع رفـع الـتركيز المسـتعمل إلى ٢٣٥ جزء فى المليون.

واستخدمت كذلك – لأجل إسـقاط أوراق النباتـات قبـل الحصـاد – بعـض مبيـدات الحشـائش، مثـل الداينوسـب Dinoseb، والإندوثـال Endothall، والديكـوات Diquat. وتجرى المعاملة بهذه المركبات بعد نضج معظم البذور، وبعد آخر رية بفـترة كافيـة علـى أن يكون الحصاد بعد الرش بنحو ٥–١٠ أيام. ويؤدى الرش قبل الحصـاد بفـترة طويلـة إلى انتثار بعض البذور، كما قد يؤدى الرش عند وجود نسبة عالية من الرطوبة فى التربة إلى ظهور نموات خضرية جديدة قبل الحصاد (Whitesides ١٩٨١).

التداول

تجرى مختلف عمليات التـداول فـى محطـات التعبئـة التـى يجـب أن ينقـل إليـها المحصول سريعًا بعد الحصاد، ولكن يوصى بإجراء التعبئة فى الحقل لمحصول الفاصوليا الفائق الرفع، والرفيع جدًا، والرفيع، لكى يقتصر تداوله على مـرة واحـدة قبـل تـبريده أوليًا. وفى هذه الحالة، يتم جمع المحصول، وفرزه، وتعبئته فى عبـوات التصدير فـى علمية واحدة.

الفرز

يجرى فرز الفاصوليا الخضراء إما يدويًا، وإما آليًا. ويعـد تقسـيم الفاصوليـا إلى رتـب تجارية مختلفة من بين عمليات التداول الهامة. وقد سبقت الإشـارة إلى التقسـيم المسـتخدم

فى الولايات المتحدة بنظام الـ Sieve size. ويمكن الإطلاع على المزيد من التفاصيل عن رتب الفاصوليا الرسمية فى الولايات المتحدة بالرجوع إلى Seelig & Lockshin (١٩٧٩)، أما الرتب الدولية للفاصوليا .. فإنها مفصلة فى Org. Eco. Co-op. & Dev. (١٩٧٦).

الفرز اليدوى

يجرى الفرز فى محطات التعبئة – أثناء التعبئة – وذلك باستبعاد القرون الصغيرة جدًا، والزائدة النضج، والمصابة بالأمراض والآفات، والمشوهة، والمجروحة، والذابلة، وغير الممثلة للصنف، والخشنة الملمس، والمختلفة اللون ... إلخ.

ويراعى دائمًا توحيد قطر الثمار فى العبوة الواحدة.

الفرز الآلى

يجرى الفرز الآلى فى محطات التعبئة، حيث تمر قرون الفاصوليا التى تم حصادها آليًا على آلات تقوم بإزالة الأوراق والبقايا النباتية الأخرى، ثم تمر على سير متحرك لاستبعاد القرون غير الصالحة للتسويق، وما يبقى من أجزاء نباتية يدويًا.

وتكون تفاصيل عمليات الفرز الآلى، كما يلى:

١ – التفريغ على سير متحرك offloading conveyor belt.

٢ – المرور على جزء لفصل القرون عن كتل التربة، والحجارة، وغيرها من الأجزاء الصلبة المختلطة بالقرون، وهو الجزء الذى يعرف باسم gravity separator نظرًا لاعتماده فى الفصل على خاصية الجاذبية الأرضية.

٣ – المرور على جزء لفصل القرون عن الأوراق، وأجزاء السيقان، والأجزاء الأخرى الصغيرة المختلطة بالقرون بواسطة تيار قوى من الهواء، وهو الجزء الذى يعرف باسم trash eleminator.

٤ – المرور على برميل دوّار للتخلص من القرون الصغيرة من خلال فتحات، ويعرف هذا الجزء باسم pin-bean eliminator.

٥ – المرور على برميل دوّار ذات انخفاضات ضحلة فنجانية الشكل للتخلص من القرون المكسورة، وهو الجزء الذى يعرف باسم broken-bean eliminator.

٦ – تمر القرون بعد ذلك على مناضد هزازة vibrating tables للتخلص من بقية الشوائب.

٧ – يلى ذلك مرور القرون على سيور هزازة حيث تتعرض للغسيل بالماء vibrating washer، للتخلص من التربة العالقة بالقرون، وكذلك التخلص من جزء من حرارة الحقل.

٨ – يعقب ذلك مرور القرون على مناضد لأجل فرزها يدويًّا grading tables، حيث تزال القرون الزائدة النضج، والمتعفنة، والمشوهة ... إلخ.

٩ – تمر القرون بعد ذلك بالإهتزاز إلى كراتين التعبئة المشمعة، حيث توزن، ثم تغلق آليًّا، ويعرف هذا الجزء باسم carousel-type automatic box filler.

١٠ – التبريد cooling بالدفع الجبرى للهواء، ثم التخزين البارد لحين الشحن.

التعبئة

التعبئة للتسويق المحلى

يفضل تعبئة الفاصوليا – لأجل التسويق المحلى – فى صناديق بلاستيكية، أو فى أقفاص الجريد المبطنة بالكرتون المضلع المثقب، مع تجنب استعمال أجولة الجوت أو البولى بروبلين، ذلك لأنها تزيد كثيرًا من نسبة الجروح والأضرار الميكانيكية التى تحدث بالقرون، فضلاً عن أنها لا تسمح بالتهوية الجيدة، وترفع كثيرًا من الرطوبة النسبية داخل العبوة؛ مما يؤدى – مع غياب التبريد فى حالات التسويق المحلى – إلى زيادة أعفان القرون.

ويراعى أن تكون العبوات ممتلئة، ولكن دون كبس أو ضغط، وألا يزيد مستوى القرون فى العبوة عن ارتفاع العبوة ذاتها، لكى لا يحدث ضغط على القرون عند وضع العبوات فوق بعضها البعض.

التعبئة للتصدير

تعبأ الفاصوليا لأجل التصدير فى عبوات كرتون مضلع مشمع سعة ٣ أو ٥ كجم، تكون أبعادها ٣٠ × ٢٠ × ١٢,٥ سم، أو ٤٥ × ٣٠ × ١٢,٥ سم، على التوالى، وبها فتحات طولية جانبية للتهوية لا تقل نسبتها عن ٥٪ من السطح الخارجى للعبوة لكلى تكون التهوية جيدة، ولا تزيد عن ٧٪ لكى لا تتأثر متانتها.

يتم اختيار القرون الصالحة للتصدير بعناية، وتعبأ بطريقة منتظمة، بحيث توضع القرون فى العبوة فى صفين أو ثلاثة، مع توحيد اتجاه أعناق القرون فى كل صف منهم. ويفيد تبطين عبوات الكرتون بورق السوليفان فى تقليل فقد الرطوبة من القرون.

كما يمكن التعبئة فى عبوات المستهلك. وهى عبارة عن أكياس من ورق السوليفان المثقب تتسع لنحو ٢٥٠، أو ٥٠٠ جم من القرون، ثم توضع هذه العبوات داخل الصناديق الكرتونية.

التبريد المبدئى

الهدف من التبريد المبدئى

يجرى التبريد المبدئى precooling فى خلال ساعتين من الحصاد أو ثلاث ساعات كحدٍ أقصى، حيث تؤدى سرعة التبريد إلى:

١ - إبطاء معدل تنفس القرون.

٢ - خفض الفقد الرطوبى من القرون.

٣ - تقليل نشاط الكائنات المسببة للأعفان.

٤ - منع تلون أطراف القرون باللون البنى.

٥ - المحافظة على نضارة القرون.

هذا .. وتفقد القرون حوالى ٢٪ من رطوبتها فى خلال ساعة واحدة من الحصاد، وترتفع هذه النسبة إلى حوالى ٣٪ فى خلال ساعتين إضافيتين، ولكن نسبة الفقد تزيد إلى حوالى ١٠٪ إذا تأخر التبريد الأولى إلى خمس ساعات بعد الحصاد.

طرق التبريد المبدئي

لايمكن الاعتماد على غرف التخزين البارد فى تبريد الفاصوليا إلى الدرجة المطلوبة؛ لأن التبريد فيها يكون بطيئًا وقد يستغرق أكثر من ١٦ ساعة، ويقتصر دور المخازن المبردة على المحافظة على برودة المحصول المخزن والذى سبق تبريده أوليًا.

ويجرى التبريد المبدئى فى الفاصوليا إما بالماء البارد hydrocooling، وإما بالدفع الجبرى للهواء البارد forced-air cooling.

التبريد الأولى بالماء البارد

يعتبر التبريد المبدئى بالماء البارد hydrocooling أفضل وسيلة لتبريد الفاصوليا نظرًا لأن الماء يعد أسرع وسيلة لانتقال الحرارة؛ وبذا .. يمكن تبريد كميات كبيرة من المحصول خلال فترة زمنية قصيرة. كما أن هذه الطريقة تحد من الفقد الرطوبى أو تمنعه أثناء التبريد.

ويجرى التبريد إما بمرور القرون على سير متحرك يتعرض "لدش" قوى من الماء البارد، وإما بغمرها فى قناة flume أو خزان tank ممتلئان بالماء البارد.

ويعد تبريد الفاصوليا أوليًا بغمرها فى قناة ممتلئة بالماء البارد طريقة حديثة نسبيًا، وفيها تغمر القرون المفروزة والمدرجة مباشرة فى قناة طويلة تحتوى على ماء مضاف إليه الكلور (مكلور) على حرارة ١-٣°م، حيث يمكن خفض حرارة المنتج بصورة متجانسة من ٣٠°م إلى ٧°م فى خلال حوالى ٦ دقائق. ويفيد التبريد السريع فى منع حدوث التلون البنى فى أطراف القرون.

ومن أهم عيوب التبريد بهذه الطريقة ابتلال القرون، وهو ما يمكن أن يتسبب فى خسائر كبيرة - بسبب الأعفان - إذا ما سمح للمحصول بأن يدفأ من جديد بعد تبريده أوليًا، أو إذا ما لم يكن الماء مكلورًا بصورة جيدة. وتجدر الإشارة إلى أن القرون الدافئة المبتلة تكون شديدة القابلية للإصابة بعدد من الأعفان، مثل أعفان البثيم *Pythium*، والريزوبس *Rhizopus* (شكل ٩-١، يوجد فى آخر الكتاب)، والعفن الرمادى الذى يسببه الفطر *Botrytis cinerea*، والعفن المائى الطرى الذى يسببه الفطر *Sclerotinia*.

ولذا .. لا يجب إجراء التبريد الأولى بالماء البارد ما لم تتوفر مخازن باردة كافية لاستمرار التبريد بعد ذلك.

وعلى الرغم من أن جدر قرون الفاصوليا توفر لها حماية جيدة ضد الإصابات المرضية، إلا أن الكائنات المرضة يمكن أن تصيبها من خلال الجروح، والخدوش، والأعناق. وتزداد احتمالات الإصابات المرضية كلما كثرت الجروح وازداد تعمقها فى القرن، وكلما ازدادت فترة الغمر فى الماء، وارتفعت حرارته.

ويجب دائمًا إضافة الكلور إلى ماء التبريد لأجل قتل البكتيريا المرضة. يجب أن يتراوح تركيز الكلورين الحر بين ٥٥ و ٧٠ جزءًا فى المليون عند pH ٧، مع استمرار إضافته إذا كان الـ pH أعلى من ذلك، أو إذا كانت حرارة المحلول أعلى من ٢٧°م. وعمليًا .. يضاف الكلور بتركيز ١٥٠ جزءًا فى المليون.

ومن أهم ما تجب مراعاته لأجل نجاح عملية الكلورة، ما يلى:

١ – ضرورة استمرار معاينة تركيز الكلور فى ماء التبريد باستعمال أوراق الاختبار الخاصة بذلك، أو بالأجهزة الإليكترونية.

٢ – تجنب زيادة فترة بقاء المحصول فى الماء المكلور عما ينبغى.

٣ – تغيير الماء كلما دعت الضرورة نظرًا لأن كفاءة الكلورة تنخفض كثيرًا كلما كثرت الشوائب فى ماء التبريد. ولذا يفضل إذا كان المحصول مُتربًا أن يغسل بالماء النظيف أولاً قبل أن يبرد أوليًا بالماء المكلور.

٤ – ضرورة التخلص من الماء المكلور بطريقة آمنة لا تضر بالصحة العامة (عن جامعة ولاية نورث كارولينا – الخدمات الإرشادية بالإنترنت، تحت عنوان: Postharvest cooling and handling of grean beans and field peas، إعداد: M. D. Boyette وآخرون ٢٠٠٠).

يعاب على هذه الطريقة فى التبريد الأولى أنها تؤدى إلى زيادة الإصابة بالعيب الفسيولوجى الذى يعرف باسم الاحمرار الصدئ russeting بعد إخراج الفاصوليا من المخازن (Redit & Hamer ١٩٦١). وهو يشبه إلى حد كبير أعراض الإصابة بلفحة الشمس (Ramsey & Wiant ١٩٤١).

التبريد الأولى بالسريان الجبرى للهواء

إن أفضل وسيلة لإجراء التبريد الأولى هى طريقة السريان الجبرى للهواء، وتجرى برص الكراتين وهى فى باليتات – فى صفين متقابلين أمام مروحة شفط، على أن يفصل بينهما مسافة ١,٥ م تقريبًا. ترص باليتات الكراتين بحيث تكون الفتحات الجانبية للكراتين متقابلة بين داخل النفق – الذى يفصل بين صفى البالتات – وخارجه. يغطى النفق ببلاستيك ثقيل من أعلى ومن الجانب المفتوح المقابل لمروحة الشفط. يؤدى تشغيل المروحة إلى توليد فرق ضغط فى الهواء بين داخل النفق وخارجه؛ مما يؤدى إلى اندفاع الهواء البارد – من خلال فتحات التهوية فى الكراتين – من خارج النفق إلى داخله، ثم ليسحب إلى خارج النفق مرة أخرى بواسطة مروحة الشفط .. إلخ.

يجب أن يكون الهدف من التبريد المبدئى هو التخلص من حوالى ٩٠٪ من حرارة الحقل فى خلال ساعة واحدة إلى ساعتين من بداية التبريد.

وتتأثر كفاءة التبريد الأولى بالسريان الجبرى للهواء بالعوامل التالية:

١ – فتحات التهوية vent holes فى العبوات والتى يجب ألا تقل مساحتها عن ٥٪ من مساحة السطح الخارجى للعبوة.

٢ – ضرورة أن تكون الفتحات فى مواجهة النفق وخارجه.

٣ – ضرورة عدم تواجد ممرات للهواء بين العبوات أو البالتات، أو تحت البالتات؛ حيث إن تواجدها يمكن أن يتسبب فى زيادة فترة التبريد المبدئى بنسبة تصل إلى ٤٠٪.

٤ – ضرورة عدم زيادة طول النفق عن ست بالتات لتجنب الاختلافات الكبيرة فى ضغط الهواء بين أول النفق وآخره.

التخزين

التخزين البارد

تحتفظ قرون الفاصوليا الخضراء بنضارتها لمدة أسبوع إذا خزنت فى ٥–٧°م، ورطوبة نسبية حوالى ٩٥٪.

وإذا خزنت القرون فى حرارة ٤°م، أو أقل – لمدة ثلاثة أيام أو أكثر – فإنها تتعرض للإصابة بأضرار البرودة على صورة نقر سطحية، وظهور لون أحمر صدئ، مع زيادة فى معدل تنفس القرون. وتشاهد هذه الأضرار بعد إخراج القرون من المخزن المبرد بيوم أو يومين. وتزداد حدة الاحمرار عند وجود رطوبة حرة على القرون، وهو ما يشاهد وسط العبوات حيث يتكثف بخار الماء عادة.

ولا ينصح بإضافة الثلج المجروش لعبوات الفاصوليا إذا كان من المتوقع أن تبقى فى درجة حرارة عالية بعد إخراجها من المخزن.

ومن الممكن حفظ الفاصوليا الخضراء بحالة جيدة لمدة ١٠ أيام فى حرارة ٤°م إذا استعملت بعد انتهاء مدة التخزين مباشرة، وهو ما يحدث مثلاً عند التخزين المؤقت للمحصول المعد للتصنيع.

وأيًّا كانت درجة حرارة التخزين .. فإنه يجب الاهتمام بتوفير تهوية جيدة فى المخازن حتى لا ترتفع درجة الحرارة فى مركز العبوات، ويزداد فيها العفن (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

هذا .. وتوجد اختلافات معنوية بين أصناف الفاصوليا فى مدى حساسيتها لأضرار البرودة (Watada & Morris ١٩٦٦ ب).

التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته

أمكن حفظ قرون الفاصوليا بحالة نضرة، ومنع حدوث أى تلون فى مواضع الأضرار الميكانيكية بها لمدة ثلاثة أسابيع بتخزينها فى جو يحتوى على ٢٪ أكسجين مع ٨–١٨٪ ثانى أكسيد كربون على حرارة ٤–٨°م، وذلك حسب درجة حرارة التخزين (٨٪ CO_2 على ٤°م، و ١٨٪ على ٨°م). وقد أحدث ثانى أكسيد الكربون بتركيزات أعلى من ٢٠٪ أضرارًا شديدة بالقرون ظهرت على صورة تحلل، وكان أعلى مستوى من ثانى أكسيد الكربون تحملته القرون على ١°م هو ٨٪، بينما أحدث تركيز ١٨٪ أضرارًا على ٤°م، ولم يحدثها على ٨°م (Costa وآخرون ١٩٩٤).

ويوصى Saltveit (١٩٩٧) بأن يكون تخزين الفاصوليا الخضراء على حرارة ٨°م

(بمدى من ٥ إلى ١٠°م) فى هواء يحتوى على ٢-٣٪ أكسجين، و ٤-٧٪ ثانى أكسيد الكربون.

وأمكن تخزين الفاصوليا الخضراء بحالة جيدة لمدة ٣ أسابيع على ٤°م فى وجود ٢٪ أكسجين، و ٦٪ ثانى أكسيد كربون. ويمكن بدلاً من ذلك وضع الفاصوليا فى عبوات غير منفذة لتبادل الغازات، حيث يؤدى تنفس القرون إلى رفع نسبة ثانى أكسيد الكربون داخل العبوات أو البالتات. ويفيد هذا الإجراء - كذلك - فى المحافظة على رطوبة نسبية مرتفعة حول القرون.

كذلك أمكن تخزين القرون الخضراء بحالة جيدة فى الهواء على حرارة ٨°م لمدة ١٨ يومًا، وزادت تلك الفترة إلى ٢٢ يومًا عندما كان التخزين فى هواء يحتوى على ١٪ O_2، و ٣٪ CO_2 (Cano وآخرون ١٩٩٧، و Monreal وآخرون ١٩٩٨). وقد كانت تلك الظروف - مقارنة بعدد من المعاملات الأخرى - هى الأفضل - كذلك - للمحافظة على أعلى مستوى من حامض الأسكوربيك فى القرون، كما لم يحدث معها أية تغيرات معنوية فى محتوى القرون من فيتامينات B القابلة للذوبان فى الماء: B_1 ، و B_2، و B_6 (Camara وآخرون ١٩٧٧، و Torija-Isasa وآخرون ١٩٩٨).

ومن المعتقد أن بقاء مستوى الأكسجين أقل من ٥٪، وثانى أكسيد الكربون أعلى عن ٧٪ يؤدى - على المدى الطويل - إلى تكوين طعم غير مرغوب فيه فى قرون الفاصوليا (عن Lougheed ١٩٨٧).

وقد ازداد نشاط إنزيما البيروكسيديز peroxidase والبولى فينول أكسيديز polyphenol oxidase تدريجيًا فى قرون الفاصوليا المخزنة فى الهواء وفى الجو المتحكم فى مكوناته (١٪ O_2، و ٣٪ CO_2) على ٨°م. وأدى نقل القرون إلى ٢٠°م إلى زيادة نشاط الإنزيمين فى كل المعاملات التى كانت مخزنة فى حرارة منخفضة، وخاصة فى تلك التى كانت فى مستوى منخفض من الأكسجين (Monreal وآخرون ١٩٩٨).

التخزين فى الجو المعدل

أمكن تخزين أربعة أصناف من الفاصوليا (دربى Derby، وبرونكو Bronco، وهيالية

Hialeah، وبروسبرتى Prosperity) فى أكياس من أغشية البوليوليفين polyolefin بصورة جيدة لمدة ثلاثة أسابيع على حرارة ٥°م، ولكن ظهرت أضرار البرودة على صنف خامس (G 91) بعد أسبوع واحد من التخزين على ٧°م. وقد توازن تركيب الهواء داخل الأكياس واستقر فى جميع الأصناف عند حوالى ٤٪ CO_2، و ٥٪ O_2. هذا إلا أن الأصناف اختلفت فى مدى التغيرات اللونية التى حدثت بها، وكان أفضلها بروسبرتى، وهيالية. وكان الفقد فى الوزن بعد ٢١ يومًا من التخزين أقل من ٣٪ فى جميع الأصناف (Mekwatanakarn & Richardson ١٩٩٧).

أهمية التخلص من الإثيلين

يجب عدم تخزين الفاصوليا مع المنتجات الأخرى المنتجة للإثيلين، مثل الكنتالوب، وذلك بسبب حساسية الفاصوليا للإثيلين الذى يؤدى إلى سرعة اصفرار القرون، كما لا يجب تخزين الفاصوليا مع البصل الأخضر أو الفلفل لأنها يمكن أن تكتسب الرائحة منهما، وكذلك من كافة المنتجات الأخرى التى تنبعث منها روائح مميزة.

وقد أدى خفض تركيز الإثيلين فى الهواء المحيط بالقرون المخزنة حتى ٠,٠٠٥ ميكروليتر/ليتر إلى مضاعفة فترة احتفاظها بجودتها أيًا كانت حرارة التخزين، وذلك مقارنة ببقاء الإثيلين عند تركيز ٠,١–١,٠ ميكروليتر/ليتر، علمًا بأن تركيز الغاز الموجود طبيعيًا فى هواء محلات البيع (السوبر ماركت) التجارية يتراوح – عادة – بين ٠,١٧، و ١,١٧ ميكروليتر/ليتر (Wills & Kim ١٩٩٦).

التغيرات المصاحبة للتخزين

إن أهم صفات الجودة فى قرون الفاصوليا، والتى يمكن أن تحدث فيها تغيرات بعد الحصاد وأثناء التخزين، ما يلى:

١ – اللون:

يتغير اللون تدريجيًا من الأخضر البراق إلى الأخضر المصفر غير المقبول. لا يحدث هذا التغير فى لون القرون عند تخزينها فى أكياس من البوليثيلين ذى الكثافة المنخفضة على

٥°م لمدة ١٦ يومًا، ولكنه يحدث بعد ٥ أيام فقط من التخزين على ١٠°م (Trail وآخرون ١٩٩٢).

٢ – الفقد الرطوبى، وما يترتب عليه من فقد فى نضارة القرون وخاصية انقصافها crispness بسهولة، مع ذبولها.

٣ – التلون البنى:

تتعرض قرون الفاصوليا أثناء حصادها آليًّا وتداولها – بالجملة – بعد ذلك إلى التقطيع والإصابة بالخدوش. وهذه الأسطح المقطوعة والمخدوشة سرعان ما تتلون باللون البنى خلال ثمانى ساعات أثناء نقلها إلى مصانع التعليب أو التجميد، أو إذا لم تبرد سريعًا قبل تصنيعها؛ مما يجعلها غير مقبولة للتصنيع. ويرتبط ذلك التلون البنى بصورة مباشرة بزيادة أكسدة المركبات الفنيولية بواسطة إنزيم الكاتيكوليز catecholase (Buescher وآخرون ١٩٧٤).

وقد أدت زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء المحيط بالقرون إلى ٣٠٪ إلى منع حدوث التلون البنى بأطراف القرون، ولكن ذلك لم يؤثر فى نشاط إنزيم الكاتيكوليز.

كذلك وجدت اختلافات معنوية بين أصناف الفاصوليا فى سرعة تلون الأجزاء المقطوعة والمخدوشة من القرون باللون البنى، وكان من أقلها تلونًا بلوكروب Bluecrop، و NCX8005، ومن أشدها تلونًا بروفيدر Provider، و GP72-122، وكانت ظاهرة التلون البنى مرتبطة بزيادة مستوى المركبات الفينولية بعد حدوث الأضرار الميكانيكية أيًّا ما كان مستوى نشاط الفينوليز Phenolase، والبيروكسيديز Peroxidase (Henderson وآخرون ١٩٧٧ ب).

كذلك أمكن منع حدوث التلون البنى بالأجزاء المكسورة من القرون بمعاملة القرون قبل تخزينها بثانى أكسيد الكبريت SO_2 بتركيز ٧٥٠٠ إلى ١٠٠٠٠ جزء فى المليون لمدة ٣٠ ثانية، أو بتخزينها فى هواء يحتوى على ٢٠ أو ٣٠٪ ثانى أكسيد الكربون لمدة ٢٤ ساعة قبل تصنيعها. هذا علمًا بأن خصائص الجودة فى المنتج المصنع (اللون،

والقوام، والطعم) لم تتأثر بتلك المعاملات. ولم يكن للتركيز العالى لثانى أكسيد الكربون أية تأثيرات سلبية على طعم الفاصوليا ما لم تقل نسبة الأكسجين عن ١٠٪ (Henderson & Buescher ١٩٧٧).

إن زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى هواء المخزن – مع التخزين لمدة ٢٤ ساعة على ٢٧°م – ساعد على نقص تلون الأطراف المقطوعة للقرون، وازداد تحسن الحالة مع زيادة تركيز الغاز حتى ٣٠٪. وقد أرجع النقص فى التلون البنى لأطراف القرون إلى ضعف نشاط إنزيم الفينوليز ونقص المحتوى الفينولى. وبالمقارنة بالكنترول، فإن وضع القرون فى الجو الغنى بثانى أكسيد الكربون أدى إلى تحسين اللون والطعم، وانخفاض اهتراء نسيج البشرة فى المنتج المعلب، بينما لم يتأثر قوام المنتج بمعاملة التخزين، ولم يترتب عليها أية تأثيرات ضارة. وقد أجريت هذه الدراسة فى نظام متدفق flowing system للتخزين لا يسمح بتراكم المركبات التى تكسب الفاصوليا طعمًا غير مرغوب فيه، كما كانت نسبة الأكسجين ١٦٪، وهى ظروف يصعب توفيرها على نطاق تجارى (Bueschner & Henderson ١٩٧٧، و Lougheed ١٩٨٧).

ويوصى Saltveit (١٩٩٧) بأن يكون تخزين الفاصوليا التى تنتظر دورها فى التصنيع فى حرارة ٨°م (بمدى من ٥–١٠°) فى هواء يحتوى على ٨–١٠٪ أكسجين، و ٢٠–٣٠٪ ثانى أكسيد الكربون.

وحتى بالنسبة للفاصوليا الطازجة السابقة التجهيز – بالتقطيع (pre-cut) والتقصيف (pre-snapped) – فإنها تحتفظ بجودتها بشكل جيد عند حفظها فى أكياس محكمة الإغلاق من البوليثيلين غير المثقب، ويرجع ذلك إلى تراكم غاز ثانى أكسيد الكربون داخل الأكياس نتيجة لتنفس القرون، وكان ذلك كافيًا لمنع التدهور فى اللون، والطعم، والقوام وغيرها من صفات الجودة خلال ١٤ يومًا من التخزين (Buscher & Adams ١٩٧٩).

وبالنظر إلى أن المحصول السابق التجهيز يتعرض للتلف والتدهور السريعين؛ فإنه يتعين أن تكون جميع عمليات التداول متكاملة، ويتضمن ذلك قصر التجهيز المسبق على المحصول الطازج ذى النوعية الجيدة، مع المحافظة على النظافة العامة المستمرة أثناء

الإعداد، والتداول والتخزين فى حرارة منخفضة، والتعبئة فى عبوات تسمح بتوفير الرطوبة والجو المعدل حول القرون.

تنفس القرون أثناء التخزين

وجد Watada & Morris (١٩٦٦ أ) أن فترة احتفاظ قرون الفاصوليا بجودتها بعد الحصاد كانت أطول ما يمكن فى حرارة ٥°م. وقد تساوى إجمالى تنفس القرون (ثانى أكسيد الكربون المنتج المتراكم) طوال فترة التخزين المناسبة (التى استمرت خلالها القرون محتفظة بجودتها) سواء أكان التخزين على ٥°م، أم على حرارة أعلى من ذلك. وأمكن تخزين قرون الفاصوليا من صنف تندركروب Tendercrop عل حرارة ٠,٥°م لمدة يومين، وحرارة ٢,٥°م لمدة ٤ أيام، وحرارة ٥°م لمدة ١٢ يومًا، وذلك قبل أن تتعرض للإصابة بأضرار البرودة، علمًا بأم نقل الفاصوليا من الحرارة الشديدة الانخفاض إلى حرارة أعلى أسرع من ظهور أضرار البرودة، وتحفيز معدل تنفس القرون.

ونجد فى معظم الثمار التى تحدث بها ظاهرة الكلايمكترك التنفسى أن البذور والأنسجة الثمرية تكمل نموها فى آن واحد، بينما نجد فى الفاصوليا أن البذور لا تبدأ فى الزيادة فى الحجم إلا بعد أن يكمل البيريكارب معظم نموه. وقد لاحظ Watada & Morris (١٩٦٧) أن القرن الكامل أظهر كلايمكتريك تنفسى، نتج عن زيادة فى إنتاج ثانى أكسيد الكربون بواسطة البذور النامية، أعقبها نقص بادٍ فى معدل إنتاج الغاز بواسطة نسيج البيريكارب، ولكن لم تصاحب ذلك زيادة فى معدل إنتاج الإثيلين؛ مما يعنى أن الكلايمكترك التنفسى الظاهرى الذى لوحظ لا يقارن بالظاهرة المعروفة فى الثمار الناضجة.

التصدير

يمتد موسم تصدير الفاصوليا الفائقة الرفع، والرفيعة جدًا، والرفيعة، والبوبى خلال العام كله فيما عدا شهرى أغسطس وسبتمبر، علمًا بأن نوعية القرون تنخفض كلما ازداد الارتفاع فى درجة الحرارة وقت الحصاد (خلال شهرى يونيو ويوليو)، أما الفاصوليا الهلدا فيمتد موسم تصديرها من ديسمبر إلى مارس.

وقد بلغ إجمالى تصدير مصر من الفاصوليا إلى أوروبا خلال موسم ١٩٩٨/٩٧ حوالى ١٧ ألف طن، كان معظمها من الفاصوليا البوبى، بينما تستورد المملكة المتحدة وحدها – من مختلف دول العالم – ٥٧٠٠ طن سنويًا من كل الفئات: الفائقة الرفع، والرفيعة، والرومانو، والبوبى.

ويكون التصدير إلى الدول الأوروبية حسب نوعيات الفاصوليا، كما يلى:

الفئة	قطر القرن (سم)	طول القرن (سم)	الأسواق التى تطلبها
الفائقة الرفع extra fine	٥,٥-٦,٥	٩-١٣	فرنسا
الرفيعة جدًا very fine	٧,٠-٨,٠	٩-١٣	فرنسا – بلجيكا – سويسرا – المملكة المتحدة – السويد – النرويج – فنلندة
الرفيعة fine	٨,٠-٨,٥	٩-١٤	فرنسا – بلجيكا – سويسرا – المملكة المتحدة – هولندا – ألمانيا
البوبى bobby	٩ فأكثر	١٣-١٦	جميع الدول الأوربية فيما عدا فرنسا

الفصل العاشر

أمراض وآفات الفاصوليا ومكافحتها

يعد Hall (١٩٩١) مرجعًا خاصًا بأمراض الفاصوليا، وهو مزود بعديد من الصور الملونة، وذلك لمن يرغب فى التعمق فى هذا الموضوع.

الأمراض التى تصيب الفاصوليا فى مصر

تصاب الفاصوليا بالعديد من الآفات (فطريات، وبكتيريا، ونيماتودا، وفيروسات، وحشرات، وأكاروس). ويعطى Ziedan (١٩٨٠) القائمة التالية للأمراض التى تصيب الفاصوليا فى مصر:

المرض		المسبب
العفن الفحمى	Ashy stem blight or Charcoal rot	*Macrophomina phaseolina*
الذبول الطرى أو تساقط البادرات	Damping-off	*Fusarium solani, Pythium debaryanum, Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii*
الاصفرار الفيوزارى	Fusarium yellows	*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*
البياض الدقيقى	Powdery mildew	*Erysiphe polygoni*
مرض رايزكتونيا	Rhizoctonia disease	*Rhizoctonia solani*
عفن الجذور الجاف	Dry root rot	*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*
مرض اسكليروتينا	Sclerotinia disease	*Sclerotinia sclerotiorum*
النيماتودا المتحوصلة	Cyst nematode	*Heterodera* spp.
نيماتودا التقرح	Lesion nematode	*Pratylenchus* spp.
النيماتودا الكلوية	Reniform nematode	*Rotylenchulus reniformis*
نيماتودا تعقد الجذور	Root knot nematode	*Meloidogyne* spp.
فيرس موزايك الفاصوليا العادى		Bean common mosaic virus
فيرس موزايك الفاصوليا الجنوبى		Bean southern mosaic virus
فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر		Bean yellow mosaic virus

وبرغم طول هذه القائمة .. فإنها لا تتضمن أمراضًا أخرى هامة تصيب الفاصوليا في مصر، مثل: الصدأ، والعفن الرمادى، وغيرهما.

الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور

تتعرض الفاصوليا للإصابة بالعديد من الأمراض التى تنتقل مسبباتها عن طريق البذور، وفيما يلى قائمة بهذه الأمراض (عن George ١٩٨٥):

المرض		المسبب
تبقع أوراق أسكوكيتا	Ascochyta leaf spot	*Ascochyta* spp.
العفن الرمادى	Grey mould	*Botrytis cinerea*
تلطخ الأوراق	Leaf blotch	*Cercospora* sp.
الأنثراكنوز	Anthracnose	*Colletotrichum lindemuthianum*
الاصفرار والذبول	Yellows and wilt	*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*
عفن الجذور	Root rot	*F. solani* f. sp. *phaseoli*
العفن الفحمى	Charcoal rot	*Macrophomina phaseolina*
تبقع الأوراق الزاوى	Angular leaf spot	*Phaeolsariopsis griseola*
الذبول الطرى	Damping-off	*Rhizoctonia solani*
ذبول اسكليروتينيا	Sclerotinia wilt	*Sclerotinia sclerotiorum*
الصدأ	Rust	*Uromyces appendiculatus*
الذبول البكتيرى	Bacterial wilt	*Corynebacterium flaccumfaciens*
اللفحة الهالية	Halo blight	*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*
التبقع البنى البكتيرى	Bacterial brown spot	*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*
اللفحة البكتيرية العادية	Common bacterial blight	*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*
لفحة فيوسكس	Fuscous blight	*X. campestris* pv. *phaseoli*
فيرس موزايك الفاصوليا العادى	Bean common mosaic virus	

تساقط البادرات وأعفان الجذور

المسببات

قد تموت نسبة كبيرة من بادرات الفاصوليا قبل اكتمال إنباتها، أو قد تموت بعد إنباتها بفترة وجيزة، وقد تظهر أعفان مختلفة على السويقة الجنينية السفلى والجذور الرئيسية. ويحدث ذلك بسبب الإصابة بأى من فطريات البثيم *Pythium*، أو الفيوزاريم

Fusarium، أو الرايزكتونيا *Rhizoctonia*، أو الثيلافيوبسس*Thielaviopsis*، كما قد تحدث الإصابة كذلك بفطريات *Sclerotium*، و *Sclerotinia*، و *Macrophomina*. وعلى الرغم من تشابه أعراض الإصابة بهذه الفطريات – وخاصة الأربعة الأولى منها – فإنه يمكن التعرف على المسبب بمتابعة تطور المرض.

الأعراض

فى حالة الإصابة بالبثيم والرايزكتونيا تذبل البادرات الصغيرة وتنهار (تسقط عل جانبها) بسبب تكون عفن مائى طرى بالسويقة الجنينية السفلى قرب سطح التربة. ولكن نجد فى حالة الإصابة، بالبثيم أن العفن المائى يكون عديم اللون إلى بنى قاتم، ويمكن فصل قشرة الساق فى الجزء المصاب – بسهولة – عن القلب الداخلى. أما فى حالة الإصابة بالرايزكتونيا فإن النسيج المائى الطرى سرعان ما يجف ويكتسب لونًا بنيًا إلى بنى ضارب إلى الحمرة أو أحمر، مع ظهور تقرحات غائرة قليلاً، وقد تتعافى النباتات من الإصابة ولكنها تبقى متقزمة. وفى حالة الإصابة بالفيوزاريم تكتسب السويقة الجنينية السفلى لونًا بنيًا محمرًا يتحول تدريجيًا إلى اللون البنى القاتم، ولكن لا يسبق ذلك تكون عفن مائى، ولا يعقبه ظهور تقرحات بل يبقى العفن جافًا ومحصورًا فى نسج القشرة، وتستمر النباتات فى نموها، ولكنها تكون ضعيفة ومتقزمة.

وفى حالة إصابة البادرات بفطر الثيلافيوبسس *Thielaviopsis* يكون لون النسيج (قشرة السويقة الجنينية العليا والجذور) أحمرًا ورديًا فى بداية الأمر، ثم يتحول إلى اللون الأسود الفحمى، ويبقى النسيج المصاب جافًا.

كذلك يمكن أن يصيب الفطر اسكليروشيم *Sclerotium rolfsii* بادرات الفاصوليا، مما يؤدى إلى موتها. يكون النسيج المصاب فى هذه الحالة طريًا ومهترئًا، كما يظهر غزل الفطر الأبيض اللون مغطيًا لموقع الإصابة.

المكافحة

نتناول وسائل مكافحة كل مسبب مرضى من الفطريات التى جاء بيانها أعلاه – بشئ من التفصيل – فيما بعد – تحت الأمراض التى تحدثها تلك الفطريات، ولكنًا

نتناول فى هذا المقام – بإيجاز – بعض الوسائل المشتركة لمكافحة هذه الفطريات مجتمعة.

١ – المكافحة بالممارسات الزراعية المناسبة:

ومن أهم هذه الممارسات، ما يلى:

أ – اتباع دورة زراعية ثلاثية تدخل فيها زراعة الحبوب النجيلية.

ب – تفيد حراثة الحقل حتى عمق ٣٠ سم فى تفكيك التربة وتقليل انضغاطها، وزيادة قوة النمو النباتى فيها، والحد من الإصابة بأعفان الجذور التى تسببها الفطريات: رايزكتونيا، وفيوزاريم، وبثيم (Tan & Tu ١٩٩٥).

٢ – المكافحة بالمبيدات:

يفيد المبيد الفطرى ريزولكس تى مسحوق قابل للبلل – وهو عبارة عن مخلوط من المبيد ريزولكس (tolcofos-methyl) ٢٠٪، ومبيد الثيرام ٣٠٪ – يفيد فى مكافحة الفطريات الآتية:

Rhizoctonia solani	*Pythium* spp.
Fusarium solani	*Macrophomina phaseolina*
Sclerotium rolfsii	*Phytophthora* spp.

وفى إحدى الدراسات كان الريزولكس أكثر المبيدات المختبرة فاعلية فى مقامة الفطريات المسببة لأعفان الجذور (*R. solani*، و *F. solani*، و *S. rolfsii*، و *M. phaseolina*)، وذلك من بين ١٨ مبيدًا تم اختبارها، ولكن كفاءة المقاومة انخفضت بزيادة تواجد الفطريات المسببة للأعفان فى التربة (Cardoso وآخرون ١٩٩٧).

٣ – المكافحة الحيوية:

تكافح أعفان الجذور باستعمال المبيدات الحيوية التالية:

بلانت جارد ٣ × ١٠^٧ وحدة/مل بمعدل ١٠ مل (سم^٣)/لتر ماء.

بروموت ٥ × ١٠^٧ وحدة/جم بمعدل ١٠ جم/لتر.

وأمكن مكافحة الذبول الطرى الذى تحدثه فطريات: *Fusarium* spp.، و *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani* بالمعاملة – عند الزراعة – بفطر الميكوريزا *Gliocladium*

virens مخلوطًا بنخالة القمح فى صورة حبوب (wheat bran alginate pellet formulation) (Smith ١٩٩٦).

كما أمكن مكافحة أعفان الجذور التى تسببها الفطريات *R. solani*، و *F. solani*، و *S. rolfsii* بمعاملة التربة بأى من فطرى الميكوريزا: *T. harzianum*، أو *T. viride* (Ellil وآخرون ١٩٩٨).

كذلك أمكن إجراء المكافحة البيولوجية لمختلف الفطريات المسببة للأعفان (*Macrophomina phaseolina*، و *Sclerotium rolfsii*، و *Rhizoctonia solani*، و *Pythium aphanidermatum*، وبدرجة أقل *Fusarium solani*) بالبكتيريا *Pseudomonas cepacia*، وذلك عن طريق معاملة البذور (Sanchez وآخرون ١٩٩٤أ، و ١٩٩٤ ب).

الذبول الطرى، وعفن الجذور، واللفحة: بثيم المسببات

تسبب بعض أنواع الجنس *Pythium*، وخاصة *P. ultimum*، و *C. debaryanum* أمراض: الذبول الطرى السابق للإنبات pre-emergence damping-off (أو عفن البذور seed rot)، والذبول الطرى التالى للإنبات post-emergence damping-off (أو سقوط البادرات damping-off)، وعفن الجذور root rot فى الفاصوليا.

الأعراض

تتعفن البذور إذا أصيبت فى بداية مراحل إنباتها. وتؤدى إصابة البادرات عند مستوى سطح التربة إلى سقوطها (شكل ١٠-١، يوجد فى آخر الكتاب)

وإذا أصيبت النباتات الكبيرة .. فإنه تظهر عليها بقع مائية المظهر تمتد قليلاً على الساق على صورة خطوط طولية من أنسجة القشرة المتحللة، كما يمتد التحلل فى الجذور حتى نهاياتها.

تظهر أعراض الإصابة فى البداية على الجذور والسويقة الجنينية السفلى على صورة

بقع مائية المظهر طويلة، تصبح غائرة قليلاً وتأخذ لونًا بنيًّا، وتندمج معًا؛ لتعطى المجموع الجذرى والجزء السفلى من ساق النبات مظهرًا بنيًّا. تتعفن الجذور الأولية والثانوية إلى أن يموت كل المجموع الجذرى للنبات (شكل ١٠-٢، يوجد فى آخر الكتاب)؛ مما يؤدى إلى تقزم النبات، ثم ذبوله وموته. وقد تكوّن النباتات المصابة جذورًا عرضية قبل موتها.

لفحة بثيم

يسبب فطر البثيم – كذلك – وخاصة *P. debaryanum*، و *P. ultimum* – المرض المعروف باسم لفحة بثيم *pythium blight*.

تبدأ الإصابة غالبًا عند العقد الأولى للساق، ثم تنتشر إلى أعلى وإلى أسفل بالساق، مع إصابة الأوراق والقرون كذلك. يكون النسيج المصاب مائيًا فى البداية، ثم يصبح بنيًّا، وينمو على سطحه غزل الفطر الأبيض فى الجو الرطب، وتكون تلك الأنسجة المصابة طرية ولزجة. وعند قطع السيقان المصابة طوليًا يلاحظ نمو الفطر الأبيض القطنى فى نسيج النخاع. وفى النهاية ينهار النسيج المصاب، ويصبح بلون أصفر قشّى.

وإذا أصيبت القرون التى تلامس التربة فإنها تصبح مائية، وتظهر عليها نموات بيضاء من غزل الفطر تشبه أعراض الإصابة بالعفن الأبيض الذى يسببه الفطر *Sclerotinia sclerotiorum*، ولكن لا تشاهد أجسامًا حجرية فى مواقع الإصابة مثلما تظهر فى حالة العفن الأبيض.

الظروف المناسبة للإصابة

تكون الإصابة متوسطة فى حرارة ١٦°م، وتشتد فى ٢٨°م. ويناسب المرض استمرار تواجد الرطوبة الحرة على الأسطح النباتية لمدة ٢٤-٧٢ ساعة. ويعمل تجريح بشرة العقد السفلى للنبات على سرعة حدوث الإصابة.

وعمومًا فإن معظم فطريات البثيم تنشط فى حرارة تقل عن ٢٥°م، بينما ينشط الفطر *P. aphanidermatum* فى حرارة تتراوح بين ٢٠، و ٣٥°م، وجميعها تناسبها الرطوبة الأرضية العالية.

تحدث الإصابة عندما تنتقل جراثيم الفطر أو هيفاته بواسطة الهواء أو رذاذ الماء إلى إحدى عقد ساق النبات، وتبقى فى موضعها لفترة كافية لبدء حدوث الإصابة.

ويعيش الفطر فى التربة على صورة جراثيم بيضية oospores، كما ينمو فيها مترممًا على بقايا النباتات المصابة.

المكافحة

تكافح الأمراض التى يسببها الفطر بثيم بمراعاة ما يلى:

١ – تحسين الصرف.

٢ – معاملة البذور بالمطهرات الفطرية.

٣ – رى البادرات بمحاليل مخففة من المبيدات المناسبة، أو رشها عند قاعدة الساق. ومن أمثلة المبيدات التى يمكن استخدامها: بريفيكيور–ن بمعدل ٢٥٠ مل (سم^{3})، وريدوميل بمعدل ١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ومونسرين كومبى Monceren combi، وريزولكس.

٤ – تجنب الرى الزائد، وخاصة خلال المراحل الأولى للنمو النباتى.

٥ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى أصناف قليلة، علمًا بأنه لايوجد ارتباط بين المقاومة للذبول الطرى والمقاومة لأعفان الجذور.

الذبول الطرى، وعفن الجذور، وتقرح السويقة الجنينية السفلى، ولفحة وب: رايزكتونيا

المسبب

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* (= *Thanatephorus cucumeris*) ذبولا طريًّا لبادرات الفاصوليا، وعفنًا بالجذور وتقرحات cankers بالسويقة الجنينية السفلى للنبات، كما يحدث كذلك مرضًا بالنموات الهوائية يعرف باسم لفحة وب web blight.

الأعراض

تظهر الأعراض على صورة بقع بيضاوية غائرة بنية إلى حمراء اللون على السويقة

الجينية السفلى فى البادرات (شكل ١٠-٣، يوجد فى آخر الكتاب). قد تؤدى الإصابة الشديدة إلى تحليق الساق، وغالبًا ما تموت البادرات المصابة.

وقد يمتد العفن حتى نخاع البادرة مخلفًا قروحًا ذات لون بنى ضارب إلى الحمرة فى الأنسجة المصابة. ومع تقدم النبات فى العمر .. تلتئم البقع المصابة، ويصبح النبات أكثر مقاومة للفطر، ولكن قد تظهر بقع بنية ضاربة إلى الحمرة على الساق والقرون الملامسة للتربة الرطبة. وقد تظهر الأجسام الحجرية للفطر فى مواقع الإصابة، وهى صغيرة جدًّا وذات لون بنى قاتم.

يؤدى المرض إلى غياب نسبة كبيرة من الجور، وضعف النمو، ونقص المحصول.

لفحة وب

قد يصيب الفطر النموات الهوائية للفاصوليا فى الجو الرطب مسببًا لها ما يعرف باسم لفحة وبّ web blight. تكون الإصابة التى تبدأ من الأجسام الحجرية على صورة بقع صغيرة متحللة بقطر ٥-١٠ مم، وذات مركز بنى اللون، وحافة ذات لون اخضر زيتونى. يمكن أن تكبر البقع سريعًا فى المساحة وتتصل ببعضها، وتصبح غير منتظمة الشكل. وتغطى جميع أعضاء النبات الهوائية المصابة بغزل الفطر البنى وأجسامه الثمرية فى خلال ٣-٦ أيام من بدء الإصابة. يمكن أن تصاب البذور فى القرون المصابة، وتكون إصابتها فى الإندوسيرم والجنين عند طرف الجذير، وقد تتلون البذور سطحيًّا بالفطر.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى التربة، ويصيب عددًا كبيرًا من النباتات، ويناسبه الجو الحار، وزيادة الرطوبة الأرضية.

ويناسب لفحة وب حرارة عالية تتراوح بين ٢٠، و ٣٠°م، وكثرة الأمطار، والرطوبة النسبية الأعلى عن ٨٠٪.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – الزراعة السطحية للبذور حتى لا تتلامس التربة مع الأنسجة القابلة للإصابة فى السويقة الجنينية السفلى.

٢ – معاملة البذور بالمطهرات الفطرية المناسبة، مثل:

ريزولكس ثيرام	توبسن إم ٧٠
فيتافاكس/كابتان	مونسرين كابتان
بنليت ٥٠٪	تكتو ٦٠/٢٠
تراكوت ل ٢٠٥	ريدوميل Ridomil PC 11G

يكفى عادة جرام واحد إلى ثلاثة جرامات من المبيد/كجم بذرة حسب المبيد. ويمكن أن يندى المبيد بقطرات من الصمغ العربى لزيادة فرصة التصاق المبيد بسطح البذرة (Paulus وآخرون ١٩٨٥، وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

٣ – الرى بمحاليل مخففة من معظم المبيدات المستخدمة فى معاملة البذور، كما يمكن كذلك استعمال الدايرين Dyrene، ومونسرين كومبى، والكاربندازيم (Mathew & Gupta ١٩٩٦).

٤ – الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة لمكافحة لفحة وب، ومن أمثلتها: البينوميل Benomyl، والكاربندازيم carbendazim (مثل البافستين Bavistin)، والكابتافول captafol، والثيوفينيت مثيل thiophenate-methyl (مثل التوبسن إم).

٥ – يفيد استخدام المركب الطبيعى دايناملك بمعدل لتر واحد للفدان مع ماء الرى أسبوعيًا فى تنشيط الكائنات الدقيقة فى منطقة نمو الجذور، ومكافحة أعفان الجذور.

٦ – المكافحة الحيوية:

أ – أفادت المعاملة ببعض عزلات فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* فى مكافحة المرض (Noronha وآخرون ١٩٩٦). وحُصل على نتائج جيدة – كذلك –

بمعاملة بذور الفاصوليا أو التربة بالفطر *T. viride* (El-Farnawany & Shama ١٩٩٦، و Aziz وآخرون ١٩٩٧).

ب – أعطت بعض عزلات البكتيريا *Pseudomonas putida* – وخاصة رقم TR-38 – مكافحة جيدة للفطر *R. solani* لدى معاملة بذور الفاصوليا بها (Gomes وآخرون ١٩٩٦).

عفن الجذور الجاف

المسبب

يسبب الفطر *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* مرض عفن الجذور الجاف dry root rot فى الفاصوليا وفاصوليا الليما.

الأعراض

تظهر الأعراض بعد الإنبات بفترة وجيزة على صور عفن جاف فى الجزء العلوى من الجذر الوتدى والجزء السفلى من السويقة الجنينية السفلى، ويأخذ النسيج المصاب لونًا أحمر فى البداية، ثم يتحول تدريجيًّا إلى اللون البنى القاتم، ويتحلل النسيج المصاب وتظهر به شقوق طولية، وقد يتعرض للإصابة بكائنات أخرى (شكل ١٠-٤). ويؤدى تلف جزء من المجموع الجذرى إلى اصفرار وجفاف أوراق النبات تدريجيًّا، ثم موته فى حالات الإصابة الشديدة. وعندما تكون الإصابة خفيفة يكوّن النبات جذورًا جانبية جديدة أعلى منطقة الإصابة وتحت مستوى سطح التربة مباشرة؛ مما يساعد على تحمل الإصابة بالمرض.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر على بقايا النباتات فى نفس التربة – لعدة سنوات على صورة جراثيم كلاميدية – وينتشر عند انتقال التربة من مكان لآخر بالوسائل الميكانيكية، ومع ماء الصرف. ويناسب المرض الظروف البيئية التى لا تناسب النمو النباتى الجيد، مثل: الرطوبة الأرضية الزائدة (Hall & Phillips ١٩٩٢). وتناسب الإصابة بالمرض الحرارة المعتدلة إلى العالية (٢٢-٣٢°م).

تكثر الإصابة فى التربة المندمجة وعندما تكون الزراعة عميقة.

كما تزداد شدة الإصابة بالفيوزاريم عند الإصابة - كذلك - بالفطر *Pythium ultimum*، وبنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp.، ونيماتودا تقرح الجذور *Pratylenchus penetrans*.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - اتباع دورة زراعية مدتها ست سنوات، يدخل فيها محصول الذرة (Hall & Phillips ١٩٩٢).

٢ - حرث بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة.

٣ - عدم الزراعة فى الأراضى المندمجة إلا بعد التغلب على هذه المشكلة.

٤ - تحسين الصرف.

٥ - معاملة البذور والبادرات بالمبيدات كما أسلفنا بيانه فى حالتى البثيم والرايزكتونيا.

٦ - زراعة الأصناف القادرة على تحمل الإصابة، وهى متوفرة.

٧ - الاعتدال فى الرى.

٨ - التوقف عن العزيق عند ظهور الإصابة للمحافظة على الجذور الثانوية الجديدة التى يكوّنها النبات، وإجراء العزيق سطحيًّا فى حالة الضرورة (Chupp & Sherf ١٩٦٠).

٩ - المكافحة البيولوجية:

أفادت المعاملة بفطر الميكوريزا *Glomus mosseae* فى مكافحة الإصابة بالفطر *F. solani*، كما أدى تواجد عقد الرايزوبيم الجذرية (التى تحدثها البكتيريا *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*) - مع فطر الميكوريزا - إلى زيادة قدرة نباتات الفاصوليا على تحمل الإصابة بعفن الجذور الجاف (Dar وآخرون ١٩٩٧).

عفن الجذور الأسود

يسبب الفطر *Thielaviopsis basicola* مرض عفن الجذور الأسود black root rot فى الفاصوليا.

تظهر الإصابة على صورة عفن بنى قاتم إلى أسود اللون بالسويقة الجنينية السفلى والجذر الرئيسى للنبات.

يعيش الفطر فى التربة على صورة جراثيم كلاميدية chlamydospores.

ويكافح المرض بالوسائل الزراعية والمبيدات التى يكافح بها مرض عفن الجذور الجاف.

الذبول الطرى، واللفحة الجنوبية، أو عفن الساق: اسكليروشيم

المسبب

يسبب الفطر *Sclerotium rolfsii* كلا من مرض الذبول الطرى، واللفحة الجنوبية southern blight (أو عفن الساق stem rot) فى الفاصوليا، وأكثر من ٥٠٠ نوع نباتى آخر.

الأعراض

إذا حدثت الإصابة قبل ظهور البادرات فوق سطح التربة فإن البادرة تموت وهى مازالت تحت سطح التربة، فيما يعرف بمرض الذبول الطرى السابق للإنبات.

تؤدى إصابة البادرات الصغيرة إلى اصفرار الأوراق السفلى، ثم العليا، ثم انهيار وذبول النبات، فيما يعرف بمرض الذبول الطرى التالى للإنبات، أو سقوط البادرات.

وتؤدى إصابة النباتات الأكثر تقدمًا فى النمو إلى تحليق ساق النبات عند سطح التربة، وتنتشر الإصابة فى الفروع السفلى إلى أعلى على صورة قروح رمادية إلى سوداء اللون. تذبل النباتات المصابة، وعند جذبها من التربة يلاحظ تعفن نسيج القشرة فى الساق تحت سطح التربة، وظهور حلقة من غزل الفطر والتربة العالقة به عند مستوى

سطح التربة، ويبدو النسيج المصاب ممزقًا طوليًا، وتظهر به أجسام صغيرة بنية اللون بقطر ٢,٥-٣ مم، وهى الأجسام الحجرية للفطر.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر مترمماً على بقايا النباتات فى التربة، وتناسب الإصابة الرطوبة الأرضية العالية، والحرارة المرتفعة فى حدود ٣٠°م، بينما تنخفض شدة الإصابة فى الحرارة الأقل من ١٥°م والأعلى عن ٣٧°م.

المكافحة

يكافح المرض بالوسائل التالية:

١ - اتباع دورة زراعية ثلاثية تتضمن النجيليات.

٢ - تعقيم التربة بالتشميس solarization.

٣ - المكافحة الحيوية:

أمكن تخفيض شدة الإصابة بنسبة ٣٥,١٪ بتلقيح التربة بالعزلة TN-21 من فطر الميكوريزا *Trichoderma* spp. (Silveira وآخرون ١٩٩٤).

وأدت معاملة التربة بفطر الميكوريزا *Gliocladium virens* إلى مكافحة مرض سقوط البادرات الذى يسببه الفطر *S. rolfsii*، وزيادة نسبة إنبات بذور الفاصوليا فى التربة الملوثة بالفطر (Lewis وآخرون ١٩٩٣)، وكانت عزلة فطر الميكوريزا رقم G*l*-3 أكثر العزلات فاعلية (Lewis & Fravel ١٩٩٦).

كذلك أحدثت معاملة بذور الفاصوليا بأى من فطريات الميكوريزا *Trichoderma viride* (عزلة 117)، أو *T. harzianum* (عزلة 74)، أو *Trichoderma* sp. (عزلة 6A) إلى مكافحة عفن الجذور الذى يسببه الفطر *S. rolfsii*، وكان *T. viride* أكثرهم فاعلية. وقد تطفلت فطريات الميكوريزا الثلاثة على هيفات الفطر *S. rolfsii*. وفى البيئات الصناعية، منعت مركبات أيضية غير متطايرة للفطر *T. viride* نمو الفطر *S. rolfsii* كلية (Roberti وآخرون ١٩٩٦). وبالمقارنة .. أوضحت نتائج Lewis & Fravel (١٩٩٦) أن

G. virens كان أكثر فاعلية فى مكافحة المرض عن كل من: *T. viride*، و *T. hamatum*، و *T. harzianum*.

العفن الأبيض أو القطنى

المسبب

يسبب الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مرض العفن القطنى، أو المائى، أو الأبيض Cottony, watery or white rot فى الفاصوليا، والعديد من الخضروات الأخرى، مثل: القرعيات، والباذنجانيات، والجزر، والكرفس، والخس، والصليبيات. ويزيد عدد عوائل الفطر عن ٤٠٠ نوع نباتى (عن Hannusch & Boland ١٩٩٦).

الأعراض

تبدأ الإصابة فى الفاصوليا على صورة مناطق مائية غير منتظمة الشكل على الساق، ثم تنتشر بسرعة فى باقى أجزاء النبات، مكونة عفنًا مائيًّا طريًّا، يؤدى غالبًا إلى موته. وبينما قد يجف الجزء المصاب فى الجو البارد الجاف، فإن الجو الدافئ (٢٣°م) الرطب (٩٥٪ رطوبة نسبية) يشجع النمو الفطرى، فينمو بغزارة ليكون نسيجًا قطنيًّا أبيض اللون على السيقان والأوراق والأزهار والقرون المصابة (شكلا ١٠-٥، ١٠-٦، يوجدان فى آخر الكتاب). تظهر الأجسام الحجرية للفطر فى هذا النمو القطنى، وهى سوداء، وصلبة، وصغيرة الحجم.

الظروف المناسبة للإصابة

عندما تنبت الأجسام الحجرية فإنها تنتج الأجسام الثمرية (الأبوثيسيا apothecia) التى تحتوى على الجراثيم الأسكية. وينتشر الفطر أساسًا بواسطة هذه الجراثيم الأسكية التى تنتقل بواسطة الهواء. كما يمكن أن ينتقل مع ماء الرى كلاً من: غزل الفطر، وجراثيمه الأسكية، وأجسامه الحجرية، وكذلك ينتقل الفطر مع البذور المصابة.

يجب أن تبقى الأجزاء النباتية التى تصلها جراثيم الفطر مبتلة لمدة ٤٨-٧٢ ساعة لكى تحدث الإصابة. ويتراوح المجال الحرارى الأمثل لحدوث الإصابة بين ٢٠، و ٢٥°م، ولكن الإصابة يمكن أن تحدث بين ٥، و ٣٠°م (Phillips ١٩٩٤).

يعيش الفطر فى التربة على صورة أجسام حجرية لمدة خمس سنوات أو أكثر.

ويؤدى تعرض النباتات للأوزون إلى زيادة قابليتها للإصابة (Tonneijck & Leone ١٩٩٣).

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – غمر الأرض بالماء لمدة ٣ أسابيع على الأقل قبل الزراعة للتخلص من جانب كبير من الأجسام الحجرية للفطر.

٢ – تعقيم التربة ببروميد الميثايل فى الزراعات المحمية.

٣ – اتباع دورة زراعية تدخل فيها النجيليات.

٤ – زراعة الأصناف القائمة النمو (Saindon وآخرون ١٩٩٣، و ١٩٩٥).

٥ – معاملة البذور بالمطهرات الفطرية.

٦ – تجنب الزراعة الكثيفة.

٧ – تجنب الرى الغزير، وعدم إجراء الرى بطريقة الرش.

٨ – تحسين التهوية فى الزراعات المحمية.

٩ – مكافحة الحشائش جيدًا بهدف تحسين التهوية بين النباتات (Burnside وآخرون ١٩٩٨).

١٠ – إزالة النباتات المصابة وحرقها.

١١ – الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل:

• البينوميل: يفيد البينوميل خلال مرحلة الإزهار، علمًا بأنه يعطى مكافحة جيدة فى جميع الظروف البيئية، وفى الظروف المناسبة للإصابة الشديدة بالمرض (Boland ١٩٩٧).

• الرونيلان: ترش النباتات بالرونيلان فى حالة ظهور الإصابة بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ويكرر الرش كل ١٠ أيام بالتبادل مع التوبسن إم ٧٠ بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ويستمر ذلك حتى الإزهار.

• تكتو ٤٥٪: بمعدل ٢٠٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء. تعامل بالتكتو الفاصوليا المعدة للتصدير بعد تمام عقد القرون.

١٢ – المكافحة البيولوجية:

أمكن مكافحة المرض بيولوجيًا بصورة جيدة بعدد من الكائنات الدقيقة، وهي: *Alternaria alternata*، و*Drechslera* sp.، و*Myrothecium verrucaria*، و*Trichoderma viride*، و*Gliocldium roseum*، ولكن تأثرت فاعليتها جميعًا بكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية، وكان تأثيرها أقوى ما يمكن في الظروف البيئية الأقل مناسبة لظهور المرض، وهي حرارة ٢٤°م مع رطوبة نسبية ٩٥–١٠٠٪. هذا .. بينما تمت مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪ في جميع درجات الحرارة (٢٠–٢٨°م) والرطوبة النسبية (٩٠–١٠٠٪) بالمعاملة بـ *Epicoccum nigrum* (Hannusch & Boland ١٩٩٦). كما أفاد كذلك في مكافحة الفطر كلا من: *Gliocladium virens*، و*Coniothyrium minitans* (Tu ١٩٩٧ أ)، و*T. viride*، و*G. roseum*، و*Bacillus subtilis* رشًا على النباتات، وكان فطر الميكوريزا *T. viride* هو الوحيد الذى أعطى مكافحة مماثلة لتلك التى حُصِلَ عليها من المعاملة بالبينوميل Benomyl (Tu ١٩٩٧ ب).

ويبدو أن المكافحة البيولوجية بعديد من الكائنات الدقيقة (مثل: *B. subtilis*، و*A. alternata*، و*E. nigrum*، و*M. verrucaria*، و*Pencillium* sp.، *T. viride*) لا تكون مجدية بشكل جوهرى إلا فى الظروف البيئية الأقل مناسبة للإصابة بالمرض (Boland ١٩٩٧).

العفن الرمادى

المسبب

يسبب الفطر *Botrytis cinerea* مرض العفن الرمادى grey mold فى الفاصوليا وعديد من الأنواع النباتية الأخرى.

الأعراض

تتميز الإصابة بظهور نمو كثيف ذى لون أبيض رمادى فاتح، يتكون من غزل الفطر المغطى بالجراثيم الكونيدية السوداء. يظهر هذا النمو على جميع الأجزاء النباتية المصابة، التى تتحول إلى نسيج هلامى.

تكون الإصابات فى بداية الأمر داكنة اللون ومائية المظهر، وتظهر بها غالبًا حلقات مركزية. تؤدى الإصابة إلى تحلل البكتين، مما يجعل الأنسجة المصابة هلامية. وإذا ما حُلّقت الساق أو أعناق الأوراق فإن الأعضاء النباتية التى تعلوها سريعًا ما تنهار.

تبدأ الإصابة عندما تلامس جراثيم الفطر الكونيدية أو الأسكية رطوبة حرة، وأول الأعضاء النباتية التى تصاب تكون – عادة – الأوراق الفلقية عندما تدخل مرحلة الشيخوخة، ويليها بعد فترة وجيزة السيقان الغضة والأوراق. وتعد السيقان المصابة هى المصدر الرئيسي للإصابات الثانوية، حيث تستمر فى إنتاج الجراثيم الكونيدية حتى مرحلة الإزهار.

تظهر على الأوراق بقع رمادية اللون مميزة بها حلقات مركزية وحافة صفراء اللون. أما السيقان وأعناق الأوراق فتظهر عليها خطوط طولية بنية اللون. وتكون بقع القرون مائية فى بداية الأمر، ثم تصبح بنية ضاربة إلى الرمادى، تظهر بها حلقات، وغائرة. ومع جفاف الأنسجة المصابة تظهر الجراثيم الكونيدية وحواملها فى كتل لونها بنى ضارب إلى الرمادى (شكل ١٠-٧، يوجد فى آخر الكتاب)، وقد تظهر بها الأجسام الحجرية، وخاصة بالقرون والسيقان.

يصيب الفطر الأزهار العاقدة بسهولة، وينتقل منها بسهولة إلى القرون النامية، أو إلى أى عضو نباتى آخر تسقط عليه الأجزاء الزهرية المصابة إذا وجد عليها غشاء مائى.

تكون الأزهار قابلة للإصابة، وخاصة حينما تدخل مرحلة الشيخوخة، وتشكل الأزهار المصابة المصدر الرئيسى لإصابات القرون والأوراق، سواء أكانت وهى مازالت متصلة بالقرن، أن بعد سقوطها والتصاقها بالأوراق بواسطة غشاء مائى. وتحدث الإصابة – حينئذٍ – بواسطة النمو المباشر لهيفات الفطر. ينتج الفطر الأجسام الحجرية على السيقان والقرون، وهى تبقى مع بقايا النباتات فى الحقل، أو تنتشر مع البذور غير المنظفة.

أما إصابات القرون التى لا تكون مرئية عند الحصاد، فإنها تظهر فى الكراتين أثناء الشحن والتخزين – تحت ظروف الرطوبة العالية – على صورة "عشوش" nests ذات لون أبيض مغبر، تتكون من النمو الكثيف لغزل الفطر. ويؤدى كسر سلسلة التبريد –

بارتفاع درجة الحرارة أثناء الشحن والتخزين – إلى سرعة ظهور تلك العشوش، التى تنمو من الجراثيم الكونيدية للفطر، وهى التى تكون متواجدة غالبًا – ولو بأعداد قليلة – على القرون عند الحصاد (Hall ١٩٩١).

الظروف المناسبة للإصابة

تتواجد جراثيم الفطر الكونيدية دائمًا تقريبًا فى الهواء، وتنتقل بواسطته، وبواسطة رذاذ الماء. كما تنتج الجراثيم الأسكية فى الأجسام الثمرية (يعرف الطور الكامل للفطر باسم *Botryotinia fuckeliana*) التى تعرف باسم أبوثيسيا apothecia، وتنتشر تلك الجراثيم بواسطة الهواء كذلك. وكلاهما – الجراثيم الكونيدية والأسكية – يحتاجان إلى غشاء مائى لإنباتهما (Hall ١٩٩١).

كما يتواجد الفطر غالبًا على بقايا المواد العضوية المتحللة فى التربة.

تنتشر الإصابة فى مدى حرارى يتراوح بين ١٥، و ٢٤°م، ورطوبة نسبية بين ٩٠، و ٩٥٪؛ لذا .. فإنه يعد من المشاكل الرئيسية أثناء الشحن والتخزين، وخاصة عندما تقطع سلسلة التبريد.

وتشتد الإصابة عند حدوث أى ضرر للأنسجة النباتية بواسطة الرياح، أو الرمال التى تذروها الرياح، أو الآليات الزراعية .. إلخ.

وقد أدى تعرض النباتات للأوزون إلى زيادة قابليتها للإصابة بالفطر (Tonneijck & Leone ١٩٩٣)، ولكن استمرار التعرض للغاز لمدة خمسة أيام بمعدل ثمانى ساعات يوميًا لم يسبب زيادة فى قابلية الأوراق للإصابة بالفطر؛ وإنما على العكس من ذلك أدت المعاملة بالأوزون إلى تقليل الزيادة فى مساحة البقع المرضية (Tonneijck ١٩٩٤).

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – تجنب الزراعة الكثيفة.

٢ – عدم الرى بالرش.

٣ – المكافحة الجيدة للحشائش.

٤ – المكافحة بالرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، والتى منها: الرونيلان بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، والتوبسن إم ٧٠ بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ويكرر الرش كل أسبوعين. يمكن كذلك استعمال الروفرال أو السيموسلسكس بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء. تفيد هذه المعاملات – كذلك – فى الوقاية من مختلف الأعفان التى تظهر على القرون بعد الحصاد (مثل: العفن الرمادى، والعفن الأبيض، وعفن بثيم)، ولكن يجب وقف الرش عند بداية عقد القرون.

ومن المبديات الأخرى التى يمكن استعمالها فى مكافحة المرض، كلاً من:

- دايرين Dyrene .
- يوبارين Euparen .
- بنليت Benlate .
- برافوكارب Bravocarb .
- برافو ٥٠٠ Bravo 500 .
- سويتش Switch .

٥ – المكافحة الحيوية:

أحدثت المعاملة ببعض العزلات من الخمائر *Rhodotorula glutinis*، و *Cryptococcus albidus* إلى مكافحة المرض فى الفاصوليا (Elad وآخرون ١٩٩٤).

وأدت معاملة التربة بالعزلة رقم T39 من فطر الميكوريزا *Trichoderm harzianum* إلى إكساب نباتات الفاصوليا مقاومة ضد الفطر *B. cinerea*. كذلك أحدثت معاملة النباتات بالعزلة KMPCH من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* درجة مماثلة من المقاومة (Bigirimana وآخرون ١٩٩٧).

العفن الفحمى

المسبب وعوائله

يسبب الفطر *Macrophomina phaseolina* مرض العفن الفحمى charcoal rot (أو

ashy stem blight) فى الفاصوليا، وأكثر من مائة عائل آخر، تتضمن: الذرة، والطماطم، والقاوون.

الأعراض

تصاب البادرات فى منطقة السويقة الجنينية السفلى وتموت مبكرة، وتصاب سيقان النباتات الأكبر فوق مستوى سطح التربة، وتؤدى الإصابة إلى جعلها ضعيفة النمو وقليلة المحصول.

تكون تقرحات الساق محدودة الحافة، وذات لون بنى قاتم إلى أسود، وتظهر بها غالبًا حلقات مركزية، كما تكون غالبًا فى جانب واحد من الساق. وقد تظهر الأجسام الحجرية السوداء للفطر فى موضع الإصابة، كما قد تظهر أحيانًا الأجسام البكنيدية، وهى أيضًا سوداء اللون، ولكنها أصغر حجمًا من الأجسام الحجرية (شكل (١٠-٨، يوجد فى آخر الكتاب).

كذلك يمكن أن تظهر البقع الفحمية فى كل من القرون والبذور.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر على بقايا النباتات المصابة فى التربة.

ينتشر الفطر بواسطة الجراثيم الكونيدية والبكنيدية التى تنتقل بواسطة الهواء، وكذلك عن طريق الأجسام الحجرية والجراثيم البكنيدية التى تنتقل مع بقايا النباتات المصابة.

وتناسب الإصابة بالمرض حرارة عالية تتراوح بين ٢٤-٣٧°م، وتزداد شدة الإصابة عند تعرض النباتات لظروف جفاف التربة (Olaya وآخرون ١٩٩٦، و Songa & Hillocks ١٩٩٦).

ينتقل الفطر عن طريق البذور التى يمكن أن تصل فيها نسبة الإصابة إلى ١٣,٥٪، ولكن تخزين البذور لمدة ٦ شهور يقلل نسبة البذور الحاملة للفطر بنسبة ٥٠٪. كذلك يمكن أن تبقى ٣٠٪ من الأجسام الحجرية للفطر محتفظة بحيويتها فى بقايا النباتات

المصابة فى التربة بعد ٢١ شهرًا من الحصاد، علمًا بأن الرطوبة الأرضية ودرجة الحرارة لم تؤثر على بقائها فى التربة حتى عمق ٢٠ سم (Songa & Hillocks ١٩٩٨).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة بذور خالية من الإصابة.

٢ – معاملة البذور بالمبيدات الفطرية المناسبة.

٣ – الرى المنتظم حتى لا تتعرض النباتات لظروف الجفاف التى تزيد من شدة الإصابة.

٤ – الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة.

الذبول الفيوزارى

المسبب

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* مرض الذبول الفيوزارى Fusarium wilt، أو اصفرار فيوزاريم Fusarium yellows فى الفاصوليا.

الأعراض

تبدأ أعراض الإصابة على صورة اصفرار تدريجى بالأوراق السفلى، ويكون ذلك عادة فى جانب واحد من النبات. ومع تقدم المرض .. تظهر نفس الأعراض على الأوراق العليا، بينما تسقط الأوراق السفلى. وتموت النباتات المصابة غالبًا، بينما قد تبقى بعض الأوراق الصفراء فى بعضها. وتبدو الحزم الوعائية فى السيقان وأعناق الأوراق، وقد أخذت لونًا بنيًا ضاربًا إلى الحمرة.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر المسبب للمرض فى التربة، وينتقل عن طريق البذور (Chupp & Sherf ١٩٦٠).

يناسب الإصابة الزراعة فى الأراضى المنضغطة، وحرارة ٢٠ °م.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢ – تجنب الزراعة فى الأراضى المنضغطة.

٣ – استخدام بذور سليمة فى الزراعة، ومعاملتها بالمطهرات الفطرية.

٤ – المكافحة البيولوجية:

أمكن مكافحة المرض بيولوجيًا بمعاملة البذور – قبل زراعتها – بمسحوق مزارع لعدد من عزلات الميكوريزا *Trichoderma* spp. ومن بين العزلات التى أعطت أفضل النتائج كانت إحداها – وهى العزلة TN-63 – تتبع الفطر *T. viride*، بينما كانت عزلة أخرى – وهى TN-31 – تنمى إلى الفطر *T. aureoviride* (Reis وآخرون ١٩٩٥).

الصدأ

المسبب

يسبب الفطر *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* (سابقًا: *Uromyces phaseoli* var. *typica*) مرض الصدأ rust فى الفاصوليا وعديد من الخضروات الأخرى التى تتبع الجنس *Phaseolus*.

يعتبر الفطر من أكبر مسببات الأمراض النباتية الفطرية تنوعًا، حيث عرفت منه أكثر من ٣٠٠ سلالة تختلف فى شدة ضراوتها على مختلف أصناف الفاصوليا. وتتوفر منذ عام ١٩٨٣ مجموعة من أصناف الفاصوليا تضم ١٩ صنفًا وسلالة، تستعمل لتمييز السلالات الشائعة من الفطر فى شتى أنحاء العالم (عن Sandlin ١٩٩٩).

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة عادة على الأوراق والقرون – وبدرجة أقل – على الساق والأفرع. وتظهر البثرات على السطح السفلى للأوراق – فى خلال خمسة أيام من الإصابة – على شكل بقع صغيرة، يبلغ قطرها ١–٢ مم تكون بيضاء اللون ومرتفعة قليلاً. ومع تقدم الإصابة .. تظهر بقع أخرى بنية إلى حمراء اللون على شكل حلقة حول الإصابة الأولية. وتعرف هذه الأعراض بالطور اليوريدى.

ومع استمرار تقدم الإصابة .. يستبدل الطور اليوريدى – على سطحى الورقة – بما يسمى بالطور التيليتى الذى تكون بثراته ذات لون بنى ضارب إلى السواد، ويصاحب ذلك تلون الأوراق المصابة باللون الأصفر فالبنى، ثم جفافها وسقوطها (شكل ١٠-٩، يوجد فى آخر الكتاب).

يكمل الفطر دورة حياته على نفس العائل بخلاف الكثير من فطريات الصدأ الأخرى التى تحتاج إلى عائلين لإكمال دورة حياتها.

الظروف المناسبة للإصابة

يقضى الفطر فترة الشتاء – على صورة جراثيم تيليتية – فى بقايا النباتات فى التربة.

وينتشر الفطر بواسطة الجراثيم اليوريدية والتيليتية التى ينتجها بأعداد هائلة، وتلتصق هذه الجراثيم بالأيدى والملابس والآلات التى تلامس الأوراق المصابة، وتكون بلون أحمر صدئ، وتساعد الرياح على انتشارها.

تناسب الإصابة بالجراثيم اليوريدية حرارة تتراوح بين ١٦، و ٢٧°م، ولا تحدث إصابة فى حرارة تقل عن ١٥°م أو تزيد عن ٢٨°م. ويلزم لإنبات الجراثيم توفر رطوبة نسبية لا تقل عن ٩٥٪، ورطوبة حرة لمدة لا تقل عن ٦-٨ ساعات خلال المدى الحرارى المناسب، علمًا بأن الرطوبة النسبية العالية تناسب – كذلك – إنتاج الجراثيم اليوريدية. ولذا .. فإن المرض يكون نادرًا فى المناطق ومواسم الزراعة التى تنخفض فيها الرطوبة النسبية.

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – تجنب الزراعة فى الحقول التى كانت مصابة بالصدأ فى العام السابق.

٢ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة، ولكن وجود أكثر من ٣٠٠ سلالة فسيولوجية من الفطر المسبب للمرض، وقدرة الفطر على تكوين سلالات جديدة قادرة

على إصابة الأصناف المقاومة عند زراعتها على نطاق واسع يحد من إمكانية الاستفادة من تلك الأصناف.

٣ – الرش بالكبريت الميكرونى كإجراء وقائى، وذلك بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

٤ – استعمال بدائل المبيدات:

يمكن استعمال بلانت جارد بمعدل ٢٥٠ مل (سم^٣^) + هيموكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم٣) رشًا قبل الإزهار، ثم مرة أخرى بعد اكتمال العقد. تفيد هذه المعاملة – كذلك – فى مكافحة تبقعات الأوراق واللفحة الهالية.

فى حالة ظهور الإصابة ترش النباتات بأى من المبيدات الجهازية التالية:

بلانتافكس ٢٠بمعدل ١٠٠ مل(سم٣)/١٠٠ لتر ماء.

سابرول	بمعدل ١٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.
سومى إيت	بمعدل ٣٥ مل/١٠٠ لتر ماء.
بنليت ٥٠٪	بمعدل ٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
بافستين ٥٠	بمعدل ٦٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
كوبرو انتراكول	بمعدل ٣٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.
سكور	بمعدل ٤٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

يفيد كذلك فى مكافحة الصدأ الرش بأى من: أنتراكول Antracol، وبايكور Baycor، وكوبرافيت Cupravit، وبرافو Bravo، وايفيد Evade.

٦ – المكافحة الحيوية:

أدت معاملة الفاصوليا بالعزلة AP-401 من البكتيريا *Bacillus subtilis* والعزلة B-138 من البكتيريا *Arthrobacter* sp. إلى تثبيط تكوين بثرات الصدأ (Centurion & Kimati ١٩٩٤ أ، و ١٩٩٤ ب)، وبدا أن تلك العزلات – وكذلك عزلة (رقم B206) من *Bacillus* spp. – تنتج مواد مضادة لنمو الفطر، وهى مواد ثابتة حراريًا (Centurion وآخرون ١٩٩٤).

وقد كانت البكتيريا *B. subtilis* فعّالة فى مكافحة الصدأ سواء أكانت المعاملة بالبكتيريا على صورة مزارع سائلة، أم مزارع مَرقَ broth مجففة بالتجميد (مُجَفّدة)

lyophilized، وازدادت فاعليتها كلما قصرت الفترة بين المعاملة بها والعـدوى (الحقـن) بالفطر *U. appendiculatus*. أحدثت المعاملة نقصًـا جوهريًـا فـى كـل مـن عـدد بـثرات الصدأ/ورقة، وإنتاج الجراثيم/ورقة، وحيوية الجراثيم المنتجة، ولكنها لم تؤثر على قطـر البـثرات المتكونـة (Mizubuti وآخـرون ١٩٩٥ أ). وقـد تم توفـير ثـلاث عـزلات مـن البكتيريـا– وهـى: FF-1، و FF-5، و FF-6 – لأجـل المكافحـة الحيويـة للصـدأ (Mizubuti وآخرون ١٩٩٥ ب).

كذلك أمكن مكافحة الصدأ بمعاملة نباتـات الفاصوليـا بـالفطر *Verticillium lecanii* قبل حدوث الإصابة بالصدأ؛ أما بعد الإصابـة بـالصدأ فـإن المعاملـة بـالفطر *V. lecanii* أدت إلى نقص عدد جراثيم الصدأ المتكونـة، ومعـدل الإصابـات الجديـدة (Romero & Carrion ١٩٩٥).

٧ – استحداث المقاومة الجهازية فى النبات:

أحدثت معاملة نباتات الفاصوليا وهى بعمـر ١٦–٢٠ يومًـا بـالمركب: 2,6-dichloro-isonictonic acid مقاومـة جهازيـة بالنباتـات ضـد الإصابـة بـالصدأ، أدت إلى وقايـة النباتات من المرض خلال معظم فترة نموها، ودونما حاجة إلى إعادة المعاملة بالمركب مرة أخرى (Dann & Deverall ١٩٩٦).

البياض الدقيقى

المسبب

يسبب الفطر *Erysiphe polygoni* مـرض البيـاض الدقيقـى powdery mildew فـى الفاصوليا. وتعرف عدة سلالات فسيولوجية من الفطر.

الأعراض

يظهر نمو دقيقى ذو لون أبيض رمادى على جميع أجزاء النبات فوق سـطح التربـة، وقد تشمل الإصابة كل المسطح الورقى (شكل ١٠–١٠، يوجد فى آخـر الكتـاب). تصفـر الأوراق المصابة، وقد تسقط فى الحالات الشديدة. تتشوه القـرون غالبًـا، وتكـون صغـيرة وغـير ممتلئـة، وتظـهر عليـها بقـع دائـرية بـها تكتـلات مـن غـزل الفطـر وجراثيمـه

الكونيدية، وقد تسقط قبل نضج البذور. هذا .. ونادرًا ما يظهر المرض قبل اقتراب موسم النمو من نهايته.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى بقايا النباتات فى التربة، وخاصة على صورة أجسام ثمرية هى البيريثيسيا perithecia، كما ينتقل الفطر عن طريق البذور.

ينتج الفطر أعدادًا هائلة من الجراثيم التى تنتقل بسهولة بواسطة الهواء، ومع الأجسام التى تلامس النباتات المصابة. يزداد انتشار المرض فى درجات الحرارة المناسبة للفاصوليا (حوالى ٢١-٢٤°م)، والرطوبة النسبية المنخفضة.

تؤدى الأمطار الغزيرة إلى غسل جراثيم الفطر إلى التربة، حيث يقضى عليها هناك، وكذلك لا تنبت الجراثيم فى وجود رطوبة حرة على الأوراق، ويشجع الجو الجاف على زيادة الإصابة.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - حرث بقايا النباتات فى التربة.

٢ - زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة.

٣ - اتباع دورة زراعية مناسبة تدخل فيها زراعة النجيليات.

٤ - الرش الوقائى بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: دورادو ٢٠٠ بمعدل ١٠ مل (سم^{3})/١٠٠ لتر ماء، وكومولوس إس بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، والكاراثين، والبينوميل.

٥ - الرش أو التعفير بالكبريت.

تبقع الأوراق والقرون الألترنارى

المسببات

يسبب مرض تبقع الأوراق والقرون الألترنارى فى الفاصوليا الفطر *Alternaria*

alternata (=*A. tenuis*)، وكذلك أنواع أخرى من نفس الجنس، مثل: *A. brassicae* f. *phaseoli*، و *A. brassicola*.

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة على الأوراق كبقع صغيرة بنية اللون غير منتظمة الشكل تكبر تدريجيًا وتصبح رمادية إلى بنية اللون، وقد تظهر بها حلقات مركزية. ونادرًا ما تجتاز البقع العروق الرئيسية بالورقة (شكل ١٠-١١، يوجد فى آخر الكتاب)، الأمر الذى قد يجعلها ذات زوايا. وعندما تلتحم عدة بقع يصبح جزءًا كبيرًا من سطح الورقة متحللاً. وأحيانًا تسقط الأجزاء المتحللة مما يعطى الأوراق مظهرًا مثقبًا. وقد تسقط الأوراق مبكرة، ويحدث ذلك فى الأوراق السفلى أولاً. وفى الجو الرطب أو الممطر تتحول النباتات من اللون البنى إلى الأسود فى خلال أسبوع واحد، بسبب تكوين الفطر لجراثيمه.

تظهر كذلك بقع بنية ضاربة إلى الحمرة على القرون، تبدو على صورة خطوط طويلة من البقع الصغيرة المتحللة (شكل ١٠-١٢، يوجد فى آخر الكتاب). وتكون البذور التى توجد فى القرون المصابة مصابة هى الأخرى، ومتغيرة اللون، وأقل قدرة على الإنبات.

وتزداد القابلية للإصابة فى الأوراق والقرون المتقدمة فى العمر.

الظروف المناسبة للإصابة

تنتشر جراثيم الفطر بسهولة بواسطة الهواء، والأمطار، والحشرات، كما تنتقل الإصابة عن طريق البذور. ويعيش الفطر فى بقايا النباتات المصابة فى التربة على صورة جراثيم كونيدية.

يتطلب إنبات الجراثيم وحدوث الإصابة جوًا باردًا رطبًا، مع بقاء الأوراق مبتلة لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية مناسبة.
٢ – زراعة الأصناف المقاومـــة.
٣ – الرش بالمبيدات المحتوية على الإبريديون iprodione (Hall ١٩٩١).

الأنثراكنوز

المسبب

يسبب الفطر *Colletotrichum lindemuthianum* (= *Glomerella lindemuthiana*) مرض الأنثراكنوز anthracnose في الفاصوليا، وفي عدد من الخضـر البقوليـة الأخـرى، منها: اللوبيا، وفاصوليا الليما، وفاصوليا تبارى، وفاصوليا منج.

وتعرف عـدة سـلالات فسيولوجية مـن الفطـر المسبب للمـرض (Dillard & Cobb ١٩٩٣).

الأعراض

يصيب الفطر جميع أجزاء النبات فوق سطح التربة، فيصيـب البـذور، وتظـهر على البذور المصابة بقع غائرة صفراء إلى بنية اللون. وإذا زرعت البذور المصابة .. فـإن الأوراق الفلقية تظهر عليها بقع مماثلة تتكون بها جراثيم كونيدية وردية اللون في الجو الرطب. تغسل هذه الجراثيم مع ماء المطر أو ماء الري إلى السويقة الجنينية السفلى فتصـاب هـي الأخرى، وتبدو الإصابة فـي البدايـة كنقـط صغـيرة ذات لـون أحمـر إلى بنـي قـاتم، ثـم تستطيل وتمتد لأعلى على الساق وتأخذ شـكل التقرحـات، وتـؤدي إلى تحلـل نسـيجي البشرة والقشرة، وتحليق الساق، ثم موت النبات. وتنتقل الجراثيـم مـن هـذه التقرحـات مع رذاذ الماء لتصل إلى أعناق الأوراق وأسـطحها السـفلية، فتظـهر بقـع مماثلـة بـامتداد العروق على السطح السفلي للورقة (شكل ١٠–١٣، يوجد في آخر الكتاب)، وعلى عنـق الورقة؛ مما يؤدي إلى ذبولها.

وتظهر البقع على القرون أيضًا، وتكون في البداية صغيرة وذات لون أحمر قـاتم، ثـم تستطيل وتأخذ لونًا أسود داكنًا على الحواف، وتصبح غائرة من المركز (شـكل ١٠–١٤، يوجد في آخر الكتاب)، وقد تغطي البقع كل سـطح القـرن. وتمتـد الإصابـة مـن خـلال

جدر الثمرة لتصل إلى البذور، ويكون ذلك فى الإصابات المتأخرة. أما فى إصابات القرون المبكرة .. فإن القرن قد لا يكمل نموه غالبًا وقد لا تتكون به بذور. وتكون البذور المصابة متغيرة اللون، وقد تظهر بها بقع غائرة.

لم يكن الارتباط معنويًّا – دائمًا – بين شدة إصابة القرون وشدة إصابة البذور بالفطر المسبب للمرض (Vechiato وآخرون ١٩٩٧)، ولكن الارتباط كان عاليًا ومعنويًّا بين شدة الإصابة الحقلية وشدة إصابة القرون (Ntahimpera وآخرون ١٩٩٧).

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى التربة فى بقايا النباتات المصابة لفترة تمتد لعدة شهور (Dillard & Cobb ١٩٩٣)، وكلما ازداد التواجد السطحى لبقايا النباتات فى التربة كلما ازدادت شدة الإصابة بالمرض، وذلك مقارنة بالردم على بقايا النباتات عميقًا فى التربة (Ntahimpera وآخرون ١٩٩٧).

ينتشر الفطر بواسطة الجراثيم الكونيدية التى تنتقل بسهولة مع رذاذ الماء، والتيارات الهوائية، وميكانيكيًّا باللمس. ويعيش الفطر فى بقايا النباتات المصابة فى التربة على صورة ميسيليوم أو جراثيم، وفى البذور المصابة على صورة ميسيليوم ساكن تحت قصرة البذرة أو فى الفلقات. يبقى الفطر محتفظًا بحيويته فى البذور المصابة لمدة سنتين. وتبدأ الإصابة فى الحقل عادة من هذين المصدرين.

تناسب الإصابة بالمرض حرارة ١٦°م ورطوبة حرة لمدة لا تقل عن ١٠ ساعات.

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – زراعة تقاو خالية من الإصابة تكون منتجة فى مناطق جافة، ومعاملة البذور بالمطهرات الفطرية.

٢ – اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٣ – عدم إجراء الحصاد أو عمليات الخدمة الزراعية عندما تكون النباتات مبتلة حتى لا يؤدى ذلك إلى انتشار الإصابة فى الحقل.

٤ – زراعة الأصناف المقاومة، ولكن يعاب عليها أن المقاومة يمكن أن يقضى عليها في غضون سنوات قليلة من انتشار زراعة الأصناف الجديدة المقاومة على نطاق واسع، نتيجة لظهور سلالات فسيولوجية جديدة من الفطر (Zaumeyer & Thomas ١٩٥٨، و Dixon ١٩٨١، و روبرتس وبوثرويد ١٩٨٦). وقد تم التعرف على عدد من سلالات الفاصوليا المنيعة ضد جميع السلالات التى اختبرت من الفطر المسبب للمرض (-Pastor Corrales وآخرون ١٩٩٥).

٥ – الرش الوقائى أسبوعيًّا بدءًا من وقت تكشف الأوراق الحقيقية الأولى بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: الزينب، والزيرام، والفربام، والكوبرانتراكول بمعدل ٣٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، والتوبسن إم ٧٠ بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، وسكور بمعدل ٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

٦ – المكافحة الحيوية:

أدت معاملة التربة بأى من فطر الميكوريزا *Trichoderma harzianum* (عزلة T39)، أو البكتيريا *Pseudomanas aeruginosa* (عزلة KMPCH) إلى إكساب نباتات الفاصوليا مقاومة جهازية ضد الفطر *C. lindemuthianum* (Bigirimana وآخرون ١٩٩٧).

تبقع الأوراق الزاوى

المسبب

يسبب الفطر *Phaeoisariopsis griseola* مرض تبقع الأوراق الزاوى angular leaf spot فى الفاصوليا. يعرف مالا يقل عن ١٤ طرازًا مرضيًّا pathotypes من الفطر، وهو يصيب إلى جانب الفاصوليا كلا من البسلة، واللوبيا، وفاصوليا الليما، والفاصوليا المدادة، وفاصوليا تبارى وغيرهم من الفاصوليا واللوبيات.

الأعراض

تتميز أعراض الإصابة بظهور بقع مضلعة على الأوراق المسنة أول الأمر، تكون فى البداية رمادية اللون، ولكن يتغير لونها بعد ذلك إلى البنى القاتم أو الأسود، وقد تُحاط

بهالة صفراء اللون. ومع زيادة البقع فى المساحة فإنها تندمج معًا، وتتحلل مساحات كبيرة من الورقة وتصبح خضراء مصفرة اللون (شكل ١٠-١٥، يوجد فى آخر الكتاب). وعند ارتفاع الرطوبة النسبية تظهر جراثيم الفطر السوداء فى موضع البقع على السطح السفلى للأوراق (شكل ١٠-١٦، يوجد فى آخر الكتاب). وتؤدى الإصابة إلى سقوط أوراق النبات. تظهر بقع دائرية إلى بيضاوية الشكل على القرون المصابة، يكون مركزها بلون بنى ضارب إلى الحمرة (شكل ١٠-١٧، يوجد فى آخر الكتاب). وتتشابه أعراض إصابات السيقان وأعناق الأوراق مع أعراض إصابات القرون.

يضعف النمو النباتى، وينخفض المحصول كثيرًا فى حالات الإصابة الشديدة.

الظروف المناسبة للإصابة

يمكن أن يعيش الفطر لمدة سنتين على بقايا النباتات فى التربة.

ينتقل الفطر عن طريق البذور، وبواسطة الهواء، ورذاذ الماء، وبالحشرات، واللمس. وتزداد الإصابة فى الجو الممطر.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - اتباع دورة زراعية ثنائية.

٢ - زراعة بذور خالية من الإصابة، ومعاملة البذور بالمطهرات الفطرية (عن Hagedorn & Inglis ١٩٩٨).

٣ - زراعة الأصناف المقاومة، وهى كثيرة (Trutmann & Pyndji ١٩٩٤).

٤ - الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: بايكور Baycor، وكوبرافيت Cupravit.

تبقع الأوراق السركسبورى

المسبب

يسبب الفطران *Cercospora canescens*، و *C. cruenta* مرض تبقع الأوراق السركسبورى cercospora leaf spot فى الفاصوليا.

الأعراض

تظهر البقع المرضية التى يحدثها الفطر *C. canescens* على الأوراق، وتكون دائرية إلى مضلعة قليلاً، وذات مركز رمادى وحافة حمراء. أما البقع التى يحدثها الفطر *C. cruenta* .. فتظهر على السيقان، والأوراق، والقرون فى النباتات المسنة. وتكون البقع الورقية ذات لون بنى صدئ، ومضلعة، وغير منتظمة الشكل (شكل ١٠-١٨، يوجد فى آخر الكتاب). ويظهر النمو الفطرى على السطح السفلى للأوراق فى أماكن الإصابة، وغالبًا ما يسقط نسيج الورقة فى مركز البقع مخلفًا وراءه ثقوبًا.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢ - زراعة الأصناف المقاومة.

٣ - الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: كوبرافيت Cupravit، ودايرين Dyrene.

تبقع أوراق وقرون أسكوكيتا

المسبب

يسبب الفطران *Ascochyta boltshauseri*، و *A. phaseolorum* (= *Phoma exigua* var. *exigua*) لفحة أسكوكيتا التى تعرف ببقع أوراق وقرون أسكوكيتا Ascochyta leaf and pod spot.

الأعراض

تتميز الإصابة على الأوراق بظهور بقع كبيرة، تتراوح أقطارها بين ١، و ٣سم، ذات لون بنى قاتم إلى أسود، وتوجد بها حلقات دائرية (شكل ١٠-١٩، يوجد فى آخر الكتاب). وقد تغطى البقعة الواحدة من ربع إلى نصف مساحة الورقة. وتظهر فى النسيج المصاب بكنيديات pycnidia الفطر، وهى أجسام صغيرة سوداء اللون.

أما بقع القرون فإنها تكون ذات لون بنى قاتم، وغائرة قليلاً (شكل ١٠-٢٠، يوجد فى آخر الكتاب)، وبها حلقات كذلك، كما تظهر بها البكنيديات. وتصبح البذور المصابة بنية إلى سوداء اللون.

وقد تحيط الإصابة بساق النبات وتؤدى إلى تحليق الساق وموت النبات.

الظروف المناسبة للإصابة

يمكن أن ينتقل الفطر المسبب للمرض عن طريق البذور، وهو ينتشر بواسطة الجراثيم البكنيدية pycnidospores التى يمكن أن تحمل مع الرياح ورذاذ الأمطار.

تناسب الإصابة حرارة تتراوح بين ١٦، و ٢٤°م ورطوبة عالية تزيد عن ٨٠٪. وينعدم نشاط الفطر فى حرارة ٣٠°م. ويحفز الجو الرطب الملبد بالغيوم سرعة تطور المرض وزيادة شدته.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢ - زراعة بذور خالية من الإصابة، ومعاملتها بالمطهرات الفطرية.

٣ - الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل البينوميل benomyl، والكلوروثالونيل chlorothalonil، والكاربندازيم carbendazim.

البقع البنية البكتيرية

المسبب

تسبب مرض البقع البنية البكتيرية bacterial brown spot البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*.

الأعراض

تظهر الأعراض على صورة بقع ورقية متحللة صغيرة يتراوح قطرها بين ٣، و ٩ مم، تحاط بهالة رفيعة يكون لونها أصفر ضارب إلى الخضرة. ونادرًا ما تلاحظ إفرازات

بكتيرية أو بقع مائية فى مواضع البقع المتحللة. وقد يصبح النسيج الورقى حول البقع مجعدًا قليلاً. تندمج البقع القريبة مع بعضها البعض، وتسقط مراكزها (شكل ١٠-٢١، يوجد فى آخر الكتاب). أما القرون فتظهر بها بقع بنية قاتمة اللون متحللة صغيرة يتراوح قطرها بين ملليمتر واحد وثلاثة ملليمترات، وتؤدى إلى تشوه القرون بسبب البطء النسبى لنمو الأنسجة القريبة منها (شكل ١٠-٢٢، يوجد فى آخر الكتاب).

الظروف المناسبة للإصابة

لا تنتقل البكتيريا المسببة للمرض عن طريق البذور إلا بنسبة منخفضة جدًّا ليس لها أهمية تذكر. أما مصادر الإصابة الأولية فهى الحشائش التى تعيش البكتيريا على سطح أوراقها دون أن تصيبها (تعد البكتيريا من الـ epiphytes). كما يمكنها أن تعيش فى بقايا النباتات لمدة عام. تنتشر البكتيريا بواسطة الأمطار ومياه الرى بالرش.

يناسب انتشار الإصابة الجو الرطب الملبد بالغيوم، وخاصة عند سقوط الأمطار أو الرى بالرش. كما تحفز الحرارة المعتدلة والجو الدافئ سرعة ظهور الأعراض. نظرًا لأن هذه الظروف تناسب تكاثر البكتيريا على الأسطح الورقية. وتعد النباتات التى أضيرت من جراء تعرضها لرياح شديدة، أو بَرَدْ، أو رمال تذروها الرياح أكثر قابلية للإصابة.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية.

٢ – الرش بالمبيدات النحاسية، وخاصة فى الظروف الجوية المناسبة لانتشار الإصابة.

٣ – زراعة الأصناف المقاومة إذا توفرت (Hagedorn & Inglis ١٩٩٨).

اللفحة الهالية

المسبب

تسبب البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* مرض اللفحة الهالية halo blight فى الفاصوليا. ويطلق على المرض أحيانًا اسم البقع الشحمية greasy

spots، وذلك بسبب المظهر المائى الشحمى للبقع المرضية بالأعضاء النباتية المصابة.

يعرف مالا يقل عن تسع سلالات من البكتيريا تُميز عن بعضها البعض باستعمال ثمانية تراكيب وراثية (أصناف وسلالات) من الفاصوليا. وتعد السلالتان ١، و ٢ أكثر السلالات انتشارًا فى جميع أنحاء العالم. وهما تميزان بواسطة الصنف Red Mexican U13. وفى دراسة أجريت فى جنوب أفريقيا على ٩٦٧ عزلة عُرِّفت على أنها *P. syringae* pv. *phaseolicola* .. أمكن تمييز سبع سلالات من التسع الممكنة؛ كانت هى أرقام ١، و ٢، و ٤، و ٦، و ٧، و ٨، و ٩، وكانت السلالات أرقام ١، و ٢، و ٦، و ٨ هى أكثرها انتشارًا (Fourie ١٩٩٨).

الأعراض

تظهر أعراض اللفحة الهالية على الأوراق على صورة بقع صغيرة مائية ذات زوايا على السطح السفلى فى البداية. ومع زيادة هذه البقع فى المساحة تظهر حولها هالة من نسيج أصفر ضارب إلى الخضرة حول النسيج المائى. وبينما يتراوح قطر البقع ذاتها بين ٣، و ٦ مم، فإن قطر الهالة يمكن أن يصل إلى ٢,٥ سم (شكل ١٠-٢٣، يوجد فى آخر الكتاب). وقد لا تظهر الهالة المميزة للمرض فى بعض الأحيان نظرًا لاختلاف البكتيريا فى قدرتها على إفراز السموم المسئولة عن تكوين الهالة. تبدأ الإصابة غالبًا فى العروق الصغيرة بالورقة، ثم تتقدم منها إلى العرق الرئيسى، ويتبع ذلك ظهور لون أحمر بين العروق. وإذا بدأت الإصابة فى عنق الورقة .. فإنه يتلون وكذلك العرق الرئيسى باللون الأحمر.

وإذا بدأت الإصابة من البذور .. فإن أول أعراضها هو تكون بقع مائية عند العقدة الأولى على الساق فوق الفلقتين، ومع تعمق واتساع هذه البقع .. فإنها تؤدى فى النهاية إلى تحليق الساق، ويكتمل ذلك عادة عندما تكون القرون فى منتصف نموها؛ مما يساعد على كسر الساق عند هذه العقدة تحت ثقل القرون. وقد تذبل البادرات التى تنتج من زراعة بذور مصابة وتموت فى تلك المرحلة المبكرة من النمو.

وتبدأ إصابة الساق فى النباتات الصغيرة على صورة بقع مائية تكبر تدريجيًا، وتأخذ

مظهر الخطوط الحمراء، وتزداد اتساعًا وطولاً بامتداد الساق. وقد يعقب ذلك تفتح نسيجي البشرة والقشرة وتخرج منها إفرازات بكتيرية لزجة بلون كريمي فاتح إلى فضي.

كذلك تظهر بقع مائية على القرون، يمكن أن تزداد في المساحة إلى أن يصل قطرها إلى ٩ مم، وتصبح غائرة قليلاً وبلون أحمر بني. ويظهر غالبًا في موقع البقع المرضية إفرازات كريمية اللون من النموات البكتيرية (شكل ١٠-٢٤، يوجد في آخر الكتاب). تكثر البقع على طرزي القرن (البطني والظهري)، وتؤدي إلى انتقال الإصابة إلى النسيج الوعائي، ثم إلى البذور.

إذا أصيبت القرون في مرحلة متأخرة من تكوينها فإن البذور قد لا تظهر عليها أية أعراض، على الرغم من أنها تكون حاملة للبكتيريا. أما إذا أصيبت القرون وهي صغيرة فإن البذور تكون أصغر من حجمها الطبيعي، ويتغير لون قصرتها، ويتجعد، وقد لاتكمل نضجها.

وغالبًا ما تندمج البقع معًا سواء أكانت بالأوراق، أم بالقرون. ويبدو النمو القمي للنباتات المصابة أصفر اللون (شكل ١٠-٢٥، يوجد في آخر الكتاب).

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب ظهور الهالة المميزة للمرض مدى حراري يتراوح من ١٦-٢٠°م. أما في درجات الحرارة العالية (٢٨-٣٢°م) .. فقد لا تظهر الهالة المميزة للإصابة برغم ازدياد تكاثر البكتيريا، وكثرة البقع المرضية في هذه الظروف.

وتحدث الإصابة بالبكتيريا من خلال الجروح والفتحات الطبيعية كالثغور، ثم تمر في المسافات بين الخلايا في النسيج البارانشيمي حتى تصل إلى النسيج الوعائي، وتذيب أثناء مرورها الصفائح الوسطية اللاصقة للخلايا.

وتنتشر البكتيريا في الحقل بواسطة ماء الري بالرش ورذاذ الأمطار المتساقطة، وعلى أجسام الحشرات، وميكانيكيًا باللمس، وتناسبها كثرة الأمطار، وتعيش بين المواسم المحصولية في البذور، وعلى بقايا النباتات المصابة في التربة.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية.

٢ – استخدام بذور خالية من البكتيريا فى الزراعة؛ أى تكون قد أنتجت فى مناطق جافة تعتمد على الرى السطحى.

٣ – زراعة الأصناف المقامة، وهى متوفرة، علمًا بان مقاومة الأوراق للبكتيريا تختلف عن مقاومة القرون.

٤ – معاملة البذور بالاستربتومايسين

٥ – عدم إجراء عمليات الخدمة الزراعية عندما تكون النباتات مبتلة لتقليل انتشار الإصابة.

٦ – الرش بالمبيدات النحاسية، مثل كوبرافيت cupravit كل ٧–١٠ أيام بعد بداية ملاحظة أعراض الإصابة.

اللفحة العادية ولفحة فسكيوس

المسبب

تسبب البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (وهى التى كانت تعرف سابقًا بالاسم *X. phaseoli*) مرض اللفحة العادية common blight فى الفاصوليا وفاصوليا الليما. وتسبب البكتيريا ذاتها – كذلك – مرض لفحة فسكيوس Fuscus blight الذى كان يُرجَع سابقًا إلى الإصابة ببكتيريا أطلق عليها اسم *X. phaseoli* var. *fuscans*.

ونظرًا لأن لفحة فسكيوس تتشابه مع اللفحة العادية فى كل شئ؛ لذا .. فإننا نتناولهما معًا تحت اسم اللفحة العادية.

الأعراض

تتشابه أعراض الإصابة باللفحة العادية كثيرًا مع أعراض الإصابة باللفحة الهالية إلى درجة استحالة التمييز بينهما تحت ظروف الحقل.

تنتقل البكتيريا المسببة للمرض عن طريق البذور. وعند إنبات البذور المصابة، فإن البكتيريا تلوث سطح الأوراق الفلقية، وتنتشر منها إلى الأوراق من خلال الفتحات الطبيعية والجروح، حتى تصل إلى النسيج الوعائى.

تبدأ أعراض اللفحة العادية فى الظهور كبقع مائية، تزداد تدريجيًّا فى مساحتها، وتتغير إلى اللون البنى، ثم تتحلل، وتكون محاطة بحافة ذات لون أصفر برتقالى وغالبًا ما تندمج البقع المتجاورة معًا لتسبب ضررًا كبيرًا بالنمو الورقى (شكل ١٠-٢٦، يوجد فى آخر الكتاب).

أما القرون المصابة فتظهر عليها بقع مائية - كذلك - تكبر تدريجيًّا، وتتحول إلى بقع غائرة ذات لون أحمر قاتم (شكل ١٠-٢٧، يوجد فى آخر الكتاب)، وغالبًا ما تخرج من هذه البقع إفرازات بكتيرية صفراء اللن، وهى تختلف فى لونها عن الإفرازات البكتيرية فى اللفحة الهالية، والتى تكون كريمية.

الظروف المناسبة للإصابة

تنتقل البكتيريا *X. campestris* pv. *phaseoli* - مسببة مرض اللفحة العادية - عن طريق البذور التى قد لا تظهر عليها أية أعراض مرضية. ويمكن لكل من أصناف الفاصوليا القابلة للإصابة والمتحملة للمرض نقل البكتيريا عن طريق البذور التى تكون مصابة جهازيًّا دون أن تبدو عليها أية أعراض. هذا .. ولا تظهر أعراض الإصابة بالبكتيريا على البذور إلا إذا كانت مستخلصة من قرون ظهرت عليها الأعراض. وتختلف أصناف الفاصوليا فى مقاومة بذورها للإصابة بالبكتيريا (Aggour وآخرون ١٩٨٩)، ولا تظهر أعراض الإصابة بالبكتيريا فى أصناف الفاصوليا المقاومة على الرغم من أنها تكون حاملة لها؛ الأمر الذى يساعد على انتشار الإصابة بالمرض تحت ظروف الحقل (Mabagala ١٩٩٧).

وفضلاً عن انتقال البكتيريا عن طريق البذور التى يمكن أن تعيش فيها لسنوات عديدة تزيد عن ١٥ عامًا فى الظروف المثلى للتخزين، فإن البكتيريا يمكنها البقاء من موسم لآخر على بقايا النباتات فى التربة.

ويمكن أن تنتشر البكتيريا عن طريق الأمطار مع وجود الرياح، وبالحشرات، والآلات والأدوات الزراعية، وكذلك بواسطة العمال الزراعيين.

تناسب الإصابة باللفحة العادية حرارة عالية تتراوح بين ٢٨، و ٣٢°م، مع رطوبة نسبية عالية، وكثرة الأمطار (Walker ١٩٦٩، و Dixon ١٩٨١، و McNab وآخرون ١٩٨٣، و Gubler وآخرون ١٩٨٦).

المكافحة

تكافح اللفحة العادية بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة.

٢ – استعمال تقاو خالية من الإصابة فى الزراعة، حتى ولو كان الصنف المستعمل متحملاً للمرض.

٣ – اتباع دورة زراعية مناسبة.

٤ – الرش بالمبيدات النحاسية.

الذبول البكتيرى

المسبب

تسبب البكتيريا *Corynebacterium flaccumfaciens* مرض الذبول البكتيرى bacterial wilt فى الفاصوليا.

الأعراض

تبدأ الإصابة فى الحقل بزراعة بذور حاملة للبكتيريا. وإذ كانت إصابة البذور شديدة .. فإنها قد تفشل فى الإنبات، وقد تموت البادرات وهى مازالت فى مرحلة نمو الأوراق الفلقية. تتكاثر البكتيريا فى الحزم الوعائية، وتكون النباتات المصابة متقزمة، وتظهر بأوارقها بقع تشبه التبرقش، وتأخذ الوريقات السفلى أحيانًا شكلاً ملعقيًا. ومع تقدم الإصابة .. تتلون المسافات بين العروق فى الورقة بلون أصفر، وتصبح ذات ملمس ورقى، ثم تتحول إلى اللون البنى الفاتح، ثم تذبل وتسقط فى نهاية الأمر. ويشتد الذبول فى الجو الحار الجاف، وتتلون الحزم الوعائية بلون بنى، خاصة فى

الجزء السفلى من النبات. ولا تظهر أعراض خارجية على القرون برغم إصابة البذور بداخلها.

الظروف المناسبة للإصابة

يمكن أن تُحمل البكتيريا على البذور، حيث تبقى معها لعدة سنوات. كما يمكن للبكتيريا البقاء من موسم لآخر في بقايا النباتات في التربة، وهي يمكن أن تنتشر بواسطة ماء الرى السطحى.

وتزداد شدة الإصابة فى حرارة ٣٢-٣٧°م.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة بذور غير حاملة للبكتيريا.

٢ – اتباع دورة زراعية مناسبة.

٣ – استعمال الأصناف المقاومة فى الزراعة (Király وآخرون ١٩٧٤).

فيروسات الفاصوليا

تصاب الفاصوليا بعديد من الفيروسات، نذكر منها ما يلى (عن Hall ١٩٩١):

أولاً: فيروسات تنتقل بواسطة المن

من أهم الفيروسات التى تنتقل بواسطة المنّ ما يلى:

١ – فيرس موزايك البرسيم الحجازى alfalfa mosaic virus (AMV): تظهر الإصابة على صورة موزايك ونقط صفراء.

٢ – فيرس موزايك الفاصوليا العادى bean common mosaic virus (BCMV): تظهر الإصابة على صورة موزايك أخضر مع أصفر، والتفاف بالأوراق يأخذ الشكل الفنجانى cupping، وتقزم.

٣ – فيرس التفاف الأوراق bean leaf roll virus (BLRV): تكون الأعراض على صورة موزايك وتشوه بالأوراق.

٤ – فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر bean yellow mosaic virus (BYMV): تكون الأعراض على صورة موزايك أصفر.

٥ – فيرس موزايك اللوبيا blackeye cowpea mosaic virus (BECMV): تكون الأعراض على صورة موزايك، وتحلل، وذبول.

٦ – فيرس ذبول الفول الرومى broad bean wilt virus (BBWV): من أهم الأعراض الموزايك الأصفر والتشوه.

٧ – فيرس اصفرار عروق البرسيم clover yellow vein virus (CYVV): من أهم الأعراض الموزايك الأصفر، والتحلل، والذبول.

٨ – فيرس موزايك اللوبيا المنقول بالمن cowpea aphid-borne mosaic virus (CABMV): تكون الأعراض على صورة موزايك، وتحلل، وذبول.

٩ – فيرس موزايك الخيار cucumber mosaic virus (CMV): تظهر الأعراض على صورة موزايك أخضر، وبثور blisters. ينتقل الفيرس كذلك بواسطة البذور بدرجة عالية (Lahoz وآخرون ١٩٩٤، و Babovic وآخرون ١٩٩٧).

١٠ – فيرس موزايك البسلة pea mosaic virus (PMV): يظهر موزايك أصفر.

١١ – فيرس تبرقش الفول السودانى peanut mottle virus (PMV): أهم أعراض الإصابة التحلل والذبول.

١٢ – فيرس موزايك فول الصويا soybean mosaic virus (SMY): من أهم أعراض الإصابة الموزايك الأخضر، والتقزم.

١٣ – فيرس موزايك البطيخ watermelon mosaic virus (WMV): أهم أعراض الإصابة الموزايك الأصفر.

ثانيًا: فيروسات تنتقل بواسطة الخنافس

من أهم الفيروسات التى تنتقل بواسطة الخنافس، ما يلى:

١ – فيرس موزايك والتفاف وتقزم الفاصوليا bean curly dwarf mosaic virus (BCDMV) : تتميز أعراض الإصابة بالموزايك وتجعدات الأوراق rugosity، والتقزم.

٢ – فيرس تبرقش قرون الفاصوليا bean pod mottle virus (BPMV): من أهم الأعراض الموزايك، وتجعدات الأوراق.

٣ – فيرس موزايك الفاصوليا المعتدل bean mild mosaic virus (BMMV): تظهر الأعراض على صورة موزايك أخضر.

٤ – فيرس موزايك وتجعد الفاصوليا bean rugose mosaic virus (BRMV): من أهم الأعراض الموزايك والتجعد الشديد بالأوراق.

٥ – فيرس موزايك الفاصوليا الجنوبي bean southern mosaic virus (BSMV): تتميز الأعراض بالموزايك الأخضر، وتجعدات الأوراق. ينتقل هذا الفيرس بواسطة كلا من: خنفساء الفاصوليا المكسيكية، وخنفساء أوراق الفاصوليا، وخنفساء الخيار المبقعة (Wang وآخرون ١٩٩٤).

ثالثا: فيروسات تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق

من أهم الفيروسات التى تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق، ما يلى:

١ – فيرس التفاف قمة الفاصوليا bean curly top virus (BCTV): من أهم الأعراض التفاف الأوراق، والاصفرار، والتقزم.

رابعا: فيروسات تنتقل بواسطة النيماتودا

من أهم الفيروسات التى تنتقل بواسطة النيماتودا، ما يلى:

١ – فيرس بقع التبغ الحلقية tobacco ringspot virus (TRSV): تتميز أعراض الإصابة بالموزايك والتحلل، والتقزم.

٢ – فيرس بقع الطماطم الحلقية tomato ringspot virus (ToRSV): تتميز أعراض الإصابة بالموزايك، والتحلل، والتقزم.

خامسا: فيروسات تنتقل بواسطة الذبابة البيضاء

من أهم الفيروسات التى تنتقل بواسطة الذبابة البيضاء، ما يلى:

١ – فيرس موزايك الفاصوليا الذهبى bean golden mosaic virus (BGMV): من أهم الأعراض الموزايك الذهبى والتقزم.

٢ – فيرس موزايك وتقزم الفاصوليا bean dwarf mosaic virus (BDMV): تتميز الإصابة بالموزايك الأصفر والتقزم.

٣ – فيرس اصفرار وتجعد أوراق الطماطم tomato yellow leaf curl virus (TYLCV): يعرف المرض الذى يسببه الفيرس باسم تجعد أو تغضن الأوراق leaf crumple، وهو ينتشر فى جنوب إسبانيا منذ عام ١٩٩٧ (Navas-Castillo وآخرون ١٩٩٩).

سادسًا: فيروسات لا يعرف لها ناقل (تنتقل بالملامسة)

من أهم الفيروسات التى تتبع هذه المجموعة، ما يلى:

١ – فيرس موزايك التبغ tobacco mosaic virus (TMV): أهم الأعراض البقع المحلية المتحللة.

٢ – فيرس تحلل التبغ tobacco necrosis virus (TNV): تتميز الأعراض بالتحلل والتقزم.

٣ – فيرس تخطيط التبغ tobacco streak virus (TSV): من أهم أعراض الإصابة احمرار العقد بالساق، وظهور بقع حمراء على القرون.

فيرس موزايك الفاصوليا العادى

انتقال الفيرس

ينتقل فيرس موزايك الفاصوليا العادى Bean Common Mosaic Virus (BCMV) بأكثر من ١٤ نوعًا من المنّ، تتضمن عدة أنواع من منّ الحبوب cereal aphids (Halbert وآخرون ١٩٩٤)، كما ينتقل ميكانيكيًا باللمس، وبواسطة حبوب اللقاح، وبالبذور. ويعرف مالا تقل عن عشر سلالات من الفيرس.

لعب انتقال الفيرس بواسطة البذور دورًا هامًا فى انتشاره عالميًا. تكون البذور المصابة طبيعية المظهر، وتبقى حاملة للفيرس طوال فترة احتفاظها بحيويتها، حيث تبدأ الإصابة غالبًا عند زراعة بذور مصابة.

الأعراض

تظهر الأعراض على شكل موزايك بالوريقات، يكون مصاحبًا بتقوس والتفاف لأسفل

فى نصل الوريقة، مع بعض التجعد والاصفرار، وتحوط للعروق، وتكون الورقات المصابة ضيقة وأصغر من الطبيعة (شكل ١٠-٢٨، يوجد فى آخر الكتاب). وتكون القرون المصابة أحيانًا مبرقشة ومصفرة، وقصيرة ومشوهة وخشنة الملمس. وتقل حدة الأعراض مع تقدم النباتات فى النمو، ولا تنتقل الإصابة إلى البذور إذا حدثت متأخرة بعد الإزهار. ويوجد الفيرس فى جنين وفلقتى البذور المصابة.

تكون النباتات المصابة صفراء اللون ومتقزمة، وقد يحدث فى بعض الأصناف تحلل جهازى فى عروق الأوراق، والسيقان، والجذور، والقرون، أو قد تظهر بقع محلية متحللة.

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب انتشار الإصابة حرارة ٢٠-٢٥°م، وتحدث الإصابة الجهازية لعروق الأوراق فى حرارة ٢٦-٣٢°م.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - زراعة تقاو معتمدة خالية من الفيرس.

٢ - استعمال أصناف مقاومة، علمًا بأنه يتوفر مالا يقل عن خمسة جينات تتحكم فى المقاومة لمختلف سلالات الفيرس، وقد أدخلت هذه الجينات فى عديد من الأصناف التجارية (Kelly ١٩٩٧).

فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر

انتقال الفيرس وعوائله

ينتقل الفيرس بواسطة أكثر من ٢٠ نوعًا من المنّ، وميكانيكيًّا باللمس، بينما لا ينتقل عن طريق البذور، وهو غير متبق nonpersistent فى عائله. يصيب الفيرس - إلى جانب الفاصوليا - معظم محاصيل العائلة البقولية، بما فى ذلك البسلة، واللوبيا، والفول الرومى.

الأعراض

تتميز الإصابة بالتفاف الوريقات لأسفل، وانحناء النصل نفسه لأسفل من عند اتصاله بالعنق، مع تشوه بالأوراق، وتبرقش واضح وشديد يتقدم تدريجيًّا حتى يعم معظم النمو الخضرى (شكل ١٠-٢٩، يوجد فى آخر الكتاب). وعلى عكس الإصابة بفيرس موزايك الفاصوليا العادى .. فإن أعراض الإصابة بموزايك الفاصوليا الأصفر تزداد مع تقدم موسم النمو. ويقل طول السلاميات فى النباتات المصابة، ويزداد تفرع النبات، ويقل عقد القرون، وتتشوه القرون المتكونة، وتعرف عدة سلالات من الفيرس تختلف فى طبيعة الأعراض التى تحدثها فى عوائله المختلفة (Dixon ١٩٨١).

الظروف المناسبة لانتشار المرض

تؤثر درجة الحرارة على انتشار الإصابة بالفيرس من خلال تأثيرها على نشاط المنّ.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - زراعة الأصناف المقاومة وهى متوفرة.

٢ - مكافحة المنّ.

فيرس موزايك البرسيم الحجازى

ينتقل فيرس موزايك البرسيم الحجازى Alfalfa Mosaic Virus - أساسًا - بواسطة المنّ، حيث ينقله أكثر من ١٤ نوعًا من المن، منها: *Acyrthosiphon pisum*، و *Aphis fabae*، و *Myzus persicae*. كذلك ينتقل الفيرس ميكانيكيًّا، وعن طريق البذور. ويصيب الفيرس - إلى جانب الفاصوليا - عوائل كثيرة أخرى، ويعد البرسيم الحجازى من أهمها.

فيرس موزايك الفاصوليا الذهبى

انتقال الفيرس

ينتقل فيرس موزايك الفاصوليا الذهبى بواسطة الذبابة البيضاء *Bemisia* spp.، ويعرف مالا يقل عن ١٣ عائلاً للفيرس.

الأعراض

تكون النباتات أكثر قابلية للإصابة وهى صغيرة، وتؤدى إلى تلون الأوراق بلون أصفر ذهبى (شكل ١٠-٣٠، يوجد فى آخر الكتاب)، وتجعدها، والتفافها، وتشوه القرون وظهور أعراض الموزايك عليها، وتغير لون البذور، وتشوهها، وصغر حجمها. وتتقزم النباتات إذا أصيبت مبكرة، ويقل المحصول.

الظروف المناسبة لانتشار المرض

تناسب الإصابة حرارة تتراوح بين ٢٤، و ٣٠°م.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى بعض أصناف وسلالات الفاصوليا التى تزرع لأجل بذورها الجافة (Morales & Singh ١٩٩١، و Bianchini ١٩٩٩).

٢ - مكافحة الذبابة البيضاء الناقلة للفيرس.

فيرس التفاف قمة الفاصوليا

ينتقل فيرس التفاف قمة الفاصوليا Bean Curly Top Virus بواسطة نطاط أوراق البنجر *Circulifer tenellus*.

تظهر على أوراق النباتات المصابة تجعد شديد، وتلتف لأسفل، وتصفر، ثم تموت. تكون الأوراق الأولية سمكية وسهلة التقصف brittle، وتسقط الأزهار، وتكون النباتات متقزمة، وتكون القرون العاقدة صغيرة الحجم، ويزداد الضرر كلما كانت الإصابة أكثر تبكيرًا.

ولمكافحة المرض يوصى بزراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة.

فيرس موزايك الفاصوليا الجنوبى

يصيب فيرس موزايك الفاصوليا الجنوبى Southern Bean Mosaic Virus كلا من الفاصوليا واللوبيا، ولكن بسلالات مختلفة من الفيرس، وهو ينتقل عن طريق البذور.

وأهم أعراض الإصابة هى: التبرقش، وتحوط العروق بنسيج أكثر اخضرارًا، وتجعد الورقة، وظهور تحلل بالعروق.

النيماتودا

نيماتودا تعقد الجذور

الأنواع

تنتمى نيماتودا تعقد الجذور root knot nematodes للجنس *Meloidogyne* spp.، وأهم أنواعها: *M. incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria*، وهى تنتشر فى الجو الدافئ، وتؤدى الإصابة بها إلى تكوين عقد جذرية. ويعرف نوع رابع هو *M. hapla* ينتشر فى المناطق الباردة – وليس له أهمية فى غالبية الوطن العربى – ويحدث تفرعات جذرية كثيفة للغاية تستهلك طاقة النبات.

الأعراض

تخترق يرقة النيماتودا الجذور بالقرب من القمة النامية؛ لتحدث زيادة فى أعداد الخلايا وحجمها قريبًا من موقع الإختراق؛ الأمر الذى يؤدى إلى تكوين العقد الجذرية (شكل ١٠–٣١، يوجد فى آخر الكتاب)، وهى تختلف فى مظهرها عن عقد الرايزوبيم الجذرية (شكل ١٠–٣٢، يوجد فى آخر الكتاب). وتؤدى الإصابة إلى اصفرار الأوراق، وموت حوافها، وذبولها، وضعف النمو الجذرى، وزيادة سمك الجذور المتبقية، وضعف التفرع الجذرى، وتقزم النباتات، ونقص المحصول. كذلك تُزيد الإصابة بالنيماتودا من فرصة إصابة النباتات بأمراض الذبول وأعفان الجذور.

الظروف المناسبة للإصابة

تشتد الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور فى الأراضى الرملية والخفيفة الجيدة الصرف، وفى ظروف الحرارة العالية بين ٢٥، و ٣٠°م.

وقد ازداد انخفاض المحصول الكلى للفاصوليا بزيادة أعداد يرقات النيماتودا *M. hapla* الملوثة للتربة، وبزيادة الشدّ الرطوبى، ولكن تأثير أعداد النمياتودا فى خفض المحصول المبكر ازداد بزيادة الرطوبة الأرضية؛ الأمر الذى أرجع إلى ضعف نشاط النيماتودا فى الرطوبة الأرضية المنخفضة (Wilcox-Lee & Loria ١٩٨٧).

المكافحة

تكافح نيماتودا تعقد الجذور بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية تدخل فيها زراعة النجيليات.

٢ – زراعة الأصناف المقاومة:

ومن بين أصناف الفاصوليا المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور كلاً من: بونتيفُل Bountiful، وتندر بض Tender Pod، وونجارد واندر Wingard Wonder، ونيما سناب Nemasnap، ومانوا واندر Manoa Wonder، وألاباما Albama أرقام ١ و ٢ و ٨ و ١٩.

٣ – معاملة التربة قبل الزراعة بأحد المبيدات النيماتودية المناسبة، مثل:

فايدت ٢٤٪	بمعدل لترين لكل ٦٠٠ لتر ماء للفدان.
فايدت محبب ١٠٪	بمعدل ٢٠ كجم/فدان.
فيوردان ١٠٪	بمعدل ٢٠ كجم/فدان.
نيماكور محبب ١٠٪	بمعدل ٢٥ كجم/فدان.
راجبى Rugby محبب ١٠٪	بمعدل ٢٠ كجم/فدان.

وفى كل الحالات يروى الحقل بعد المعاملة مباشرة.

٤ – المكافحة البيولوجية باستعمال الفطر *Paecilomyces lilacinus*.

نيماتودا التقرح

تتبع نيماتودا التقرح lesion nematodes الجنس *Pratylenchus*، ومن أهم أنواعها *P. penetrans*.

تؤدى الإصابة إلى ضعف النمو الجذرى بسبب إختراق النيماتودا للجذور وتغذيتها على نسيجى البشرة والقشرة؛ مما قد يؤدى إلى موت الجذور الدقيقة المغذية. ويؤدى ضعف النمو الجذرى إلى ضعف النمو الخضرى، وتقزمه، واصفراره، وذبوله.

تحدث الإصابة فى مدى حرارى يتراوح بين ١٠، و ٣٠°م، وتكون دورة حياة النيماتودا أسرع فى حرارة ٣٠°م.

وتكافح نيماتودا التقرح مثلما تكافح نيماتودا تعقد الجذور.

الآفات الحشرية

يفضل الرجوع إلى حسن (٢٠٠١) لمزيد من التفاصيل عن كثير من الآفات الحشرية التى سيأتى بيانها تحت هذا العنوان.

الحفار

يعيش الحفار ويتحرك فى أنفاق يصنعها فى التربة قريبًا من السطح، ويتغذى على جذور النباتات الصغيرة؛ مما يؤدى إلى ذبولها وموتها.

تزداد شدة الإصابة فى الأراضى الخفيفة والرملية، وعند إجراء التسميد العضوى بغزارة.

ويكافح الحفار مراعاة ما يلى:

١ – الحرث العميق للتربة عند إعدادها للزراعة.

٢ – استعمال الطعم السام، وهو يتكون من ٣٠٠ مل (سم^3) هوستاثيون أو ٢٥٠ جم مارشال + ١ كجم شبة + ١٥ كجم جريش ذرة أو نخالة أو رجيع كون + ١ كجم عسل أسود + ماء. تخلط المكونات جيدًا، ثم يترك المخلوط ليتخمر، ثم يوضع سرًا بجوار خطوط الزراعة قبيل الغروب بعد أن تكون الأرض قدر رويت صباح نفس اليوم.

الدودة القارضة

تعتبر اليرقة الطور الضار، ويبلغ طولها عند اكتمال نموها ٢,٥-٤ سم. وتختبئ الحشرة عادة فى التربة أثناء النهار، وتنشط للتغذية ليلاً. وقد تتسلق اليرقة النبات لتتغذى عليه، أو تقرضه عند سطح التربة، وتكثر الإصابة فى طور البادرة.

وعند الحفر بجوار البادرات المصابة، فإنه يمكن غالبًا العثور على اليرقات مقوسة.

وتكافح الدودة القارضة بالطعم السام كما سبق بيانه تحت الحفار. وفى حالات الإصابة الشديدة يوصى باستعمال الطعم السام مرتين: مع رية الزراعة، ومع رية المحاياة. وتكون إضافة الطعم فى قنوات الخطوط بعد صرف الماء منها، وبالقرب من النباتات، وخاصة فى حالة الرى بالتنقيط.

المنّ

تصاب الفاصوليا بعدة أنواع من المنّ، من بينها منّ الفاصوليا الأسود black bean aphid الذى يعرف بالإسم العلمى *Aphis fabae*.

تتواجد الحشرة فى مجموعات حول السيقان والقرون (شكلا ١٠-٣٣، و ١٠-٣٤، يوجدان فى آخر الكتاب)، وعلى السطح السفلى للأوراق، وفى النموات الطرفية. تتشوه الأوراق المصابة، وتتكرمش، وتأخذ شكلاً فنجانيًّا، وتصبح مصفرة.

تكون الأفراد البالغة سوداء اللون، أما الصغار فلونها أخضر قاتم إلى رمادى. وتنتج كل أنثى حوالى ١٠٠ من الصغار.

هذا .. إلا أن لون الحشرة - الصغيرة - يختلف باختلاف نوع المنّ؛ فهى قد تكون سوداء أو خضراء، أو صفراء، أو وردية اللون، وتعيش فى مستعمرات.

يمتص المنّ عصارة النبات؛ مما يؤدى إلى تجعد والتفاف الأوراق وتقزم النبات. وتفرز الحشرة مادة سكرية تنمو عليها بعض الفطريات؛ مما يجعل سطح الأوراق مغطى بنموات سوداء. ويعد المنّ من أهم الحشرات الناقلة للفيروسات فى الفاصوليا.

ويكافح المنّ بمراعاة ما يلى:

١ - مكافحة الحشائش.

٢ - رش حواف الحقل المصاب عند بدء الإصابة لمنع انتشارها.

٣ - علاج البؤر المصابة.

ويجرى العلاج إما باستعمال بدائل المبيدات، أو باستعمال المبيدات.

ومن بين بدائل المبيدات الموصى بها لمكافحة المنّ، ما يلى:

١ - بيوفلاى ٣ × $١٠^{٧}$ وحدة بمعدل ١٥٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

٢ - إم بيد ٤٩٪ سائل، بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

٣ - ديترجنت سائل بمعدل ٢٥٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

٤ - زيت KZ ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

٥ - كابل ٢ Capl 2 (زيت معدنى).

٦ – الزيوت الأخرى، مثل: كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وسوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وسوبر رويال ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، وناتيرلو ٩٠٪ بمعدل ٦٢٥ مل(سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.

ومن بين المبيدات الموصى بها لمكافحة المنّ – والتى تستعمل قبل الإزهار – ما يلى:

١ – أكتر Actara بمعدل ١٠ جم/١٠٠ لتر ماء، مع تكرار الرش بعد ٧–١٠ أيام حسب شدة الإصابة.

٢ – تشس Chess بمعدل ٤٠ جم/١٠٠ لتر ماء، مع تكرار الرش بعد خمسة أيام.

٣ – سوميثيون Sumithion ٥٠ مستحلب بمعدل لتر واحد للفدان.

٤ – أدميرال ١٠٪ مستحلب بمعدل ٥٠ مل(سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.

٥ – توكثيون ٥٠٠ مستحلب بمعدل ١٥٠ مل(سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.

٦ – كاراتى Karate بمعدل ٧٥ مل/١٠٠ لتر ماء.

٧ – مارشال ٢٥٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

٨ – مالاثيون ٥٧٪ بمعدل لتر واحد للفدان.

٩ – بريمور ٥٠٪ بمعدل ٢٥٠ جم للفدان.

١٠ – أكتلك ٥٠٪ بمعدل ١,٢ لتر للفدان.

١١ – بولو.

وأيًا كان المبيد المستعمل فى المكافحة، فلابد من وقف الرش قبل الحصاد بنحو ١٥ يومًا.

الذبابة البيضاء

الذبابة البيضاء حشرة صغيرة لايتعدى طولها ١,٢ مم، يغطى جسمها وجناحاها بمادة شمعية دقيقية بيضاء اللون. وتعيش الحشرة على السطح السفلى للأوراق (شكل ١٠–٣٥، يوجد فى آخر الكتاب) وتتغذى بامتصاص العصارة؛ مما يؤدى إلى تجعد والتفاف الأوراق واصفرارها، ويؤدى إفرازها لبعض المواد السكرية إلى ظهور نموات فطرية سوداء على الأوراق المصابة. كما تنقل للنبات بعض الفيروسات التى أسلفنا بيانها.

وتكافح الذبابة البيضاء باستعمال بدائل المبيدات التى أسلفنا بيانها تحت المنّ، كما يمكن استعمال ناتوراليس ٢,٣ × ١٠^٧ وحدة/مل بمعدل ١٠٠ مل(سم^٣)/١٠٠ لتر ماء.

كذلك تستعمل المبيدات – قبل الإزهار – فى مكافحة الذبابة البيضاء ومن بين المبيدات الموصى بها، ما يلى:

١ – أكترا بمعدل ٢٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ويكرر الرش بعد ٧–١٠ أيام حسب شدة الإصابة.

٢ – تشس بمعدل ١٢٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ويكرر الرش بعد خمسة أيام.

٣ – أفيسكت ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل.

٤ – أكتليك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر/فدان.

٥ – أدميرال ١٠٪ مستحلب بمعدل ٥٠ مل(سم^٣)/١٠٠ لتر ماء.

٦ – توكثيون Tokuthion ٥٠٠ مستحلب بمعدل ٢٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

٧ – كاراتى بمعدل ٧٥ مل/١٠٠ لتر ماء.

٨ – بولو.

وأيًا كان المبيد المستعمل، يتعين وقف الرش قبل الحصاد بنحو ١٥ يومًا.

صانعات الأنفاق

تتغذى يرقات صانعات الأنفاق على النسيج الوسطى بين بشرتى الورقة، وتحدث بها أنفاقًا متعرجة بيضاء اللون. وفى حالات الإصابة الشديدة تجف الأوراق وتموت (Burton وآخرون ١٩٨٤).

وتكافح صانعات الأنفاق بمراعاة ما يلى:

١ – جمع الأوراق المصابة بما تحتويه من يرقات وعذارى وإعدامها.

٢ – الرش ببدائل المبيدات، مثل:

أ – فيرتميك ١,٨٪ مستحلب بمعدل ٦٠ مل(سم^٣)/١٠٠ لتر ماء.

ب – فايكوميك ١,٨٪ مستحلب بمعدل ٦٠ مل/فدان.

جـ – زيت معدنى صيفى بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء كل أسبوعين.

د – كابل ٢ Capl 2 (زيت معدنى).

٣ – الرش بالمبيدات، مثل:

أ – أكتر Actara بمعدل ٨٠ جم للفدان، ويكرر الرش كل ٧–١٠ أيام.

ب – أكتليك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر فدان.

جـ – أفيسيكت ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٠٠ جم/فدان.

د – ملاثيون.

ذبابة الفاصوليا

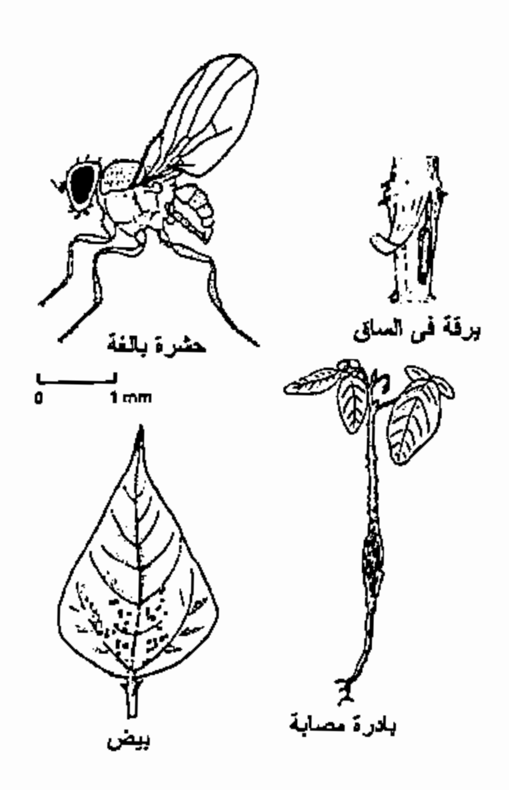
تعرف ذبابة الفاصوليا bean fly بالإسم العلمى *Ophiomyia phaseoli*، وهى تصيب مختلف الفاصوليات، وكذلك اللوبيا وفول الصويا.

تصيب الحشرة النباتات الصغيرة، مسببة اصفرارها وتقزمها، ثم موتها. تبدو سيقان البادرات سميكة ومتشققة فوق سطح التربة مباشرة. وتصاب أعناق الأوراق فى النباتات الكبيرة.

تضع الإناث بيضها مفردًا فى ثقوب تصنعها الحشرة فى السطح العلوى لأوراق النباتات الصغيرة، وخاصة بالقرب من العنق، والبيض أبيض اللون يبلغ طوله ١ مم. تحفر اليرقات الصغيرة البيضاء والتى تفقس من البيض داخل الساق نحو التربة حتى تصل إلى أعلى مستوى سطح التربة بقليل، حيث تتغذى. يؤدى نشاط اليرقة إلى اصفرار الأوراق وذبولها، وتتشقق الساق طوليًا (شكل ١٠–٣٦). أما فى النباتات الكبيرة فتبقى الإصابة محصورة فى أعناق الأوراق. وتتعذر الحشرة بالقرب من سطح الساق فى موضع الإصابة. والعذارى برميلية الشكل، سوداء، أو بنية اللون، أو ذات لون سمنى باهت، ويبلغ طولها ٣ ملليمترات. أما الحشرة البالغة فهى ذبابة سوداء اللون يبلغ طولها حوالى ملليمترين. ويبلغ طول دورة حياة الحشرة حوالى ٢–٣ أسابيع (Hill & Waller ١٩٨٨).

تصيب الذبابة – عادةً – البادرات الصغيرة، وذلك لأن أنسجتها غضة، وتؤدى إلى موتها. وتصاب النباتات الكبيرة بقلة، وتؤدى إصابتها إلى ذبولها، واصفرار الأوراق، ثم موت النباتات. توجد بالنباتات المصابة مجاميع من اليرقات والعذارى تحت بشرة الساق مباشرة، كما توجد انتفاخات بين الجذر والساق، وعند قواعد الأوراق تحتوى على اليرقات والعذارى. وتتناسب شدة الضرر الذى تحدثه الحشرة مع عدد اليرقات

والعذارى التى توجد فيها. ففى بعض النباتات التى تبدو سليمة ظاهريًا يمكن ملاحظة اليرقات فيها بعدد قليل. أما النباتات الشديدة الإصابة .. فقد توجد فى ساقها نحو ٣٠ يرقة وعذراء. وتؤدى الإصابة إلى نقص المحصول بشدة، وتكون البذور ضامرة وصغيرة الحجم، وتكون النباتات سهلة الكسر.



شكل (١٠-٣٦): ذبابة الفاصوليا: الحشرة الكاملة وأعراض الإصابة بها (عن Hill & Waller ١٩٩٨).

وتكافح ذبابة الفاصوليا بالوسائل التالية:

١ – نظرًا لأن الإصابة تشتد خلال شهر أغسطس؛ لذا .. فإن تأخير الزراعة إلى أوائل سبتمبر يفيد كثيرًا فى الحد من شدتها، علمًا بأن الفاصوليا لا تصاب بذبابة الفاصوليا فى العروة الصيفية.

٢ – جمع النباتات المصابة وحرقها.

٣ – الرش الوقائى فى العروة الخريفية فقط بمجرد تكامل الإنبات، ثم كل أسبوعين بعد ذلك إلى أن يبلغ عمر النبات شهرين، ويوقف الرش عند التزهير.

ومن المبيدات التى يمكن استعمالها فى مكافحة ذبابة الفاصوليا، ما يلى:

١ – إفسكت ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٣٠٠ جم/فدان.

٢ – بانكول ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٦٠٠ جم/فدان.

٣ – سيليكرون ٧٢٪ مستحلب بمعدل ٧٥٠ مل (سم^{٣})/فدان.

٤ – سوميثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/فدان.

٥ – لانت ٩٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٣٠٠ جم/فدان.

٦ – باسودين ٦٠٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/فدان.

٧ – ديازونكس ٦٠٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/فدان.

٨ – دبتركس ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل كيلو جرام واحد للفدان.

٩ – سيفين ٨٥٪ قابل للبلل بمعدل ١,٥ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

التربس

تتغذى الحشرة على القمة النامية للنبات بامتصاص العصارة، وهى صغيرة وسوداء اللون، أما صغار الحشرة .. فتكون صفراء. تؤدى الإصابة إلى تشوه الأوراق واصفرار أجزاء منها.

وتكافح الحشرة – إذا اشتدت الإصابة – بالرش بأى من المبيدات، أو بدائل المبيدات التالية:

١ – ليبايسيد ٥٠٠ مستحلب Lebaycid 500 EC بمعدل ١٥٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

٢ – توكثيون ٥٠٠ مستحلب بمعدل ١٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

٣ – ملاثيون.

٤ – إفيسكت إس.

٥ – فيرتميك.

٦ – كابل٢ Capl2 (زيت معدنى).

دودة ورق القطن

تكافح دودة ورق القطن بالرش بأى من بدائل المبيدات، أو المبيدات التالية:

١ – دايبل ٢ X ٣٢ ألف وحدة بمعدل ٢٠٠ جم/فدان.

٢ – إيكوتيك بيو ١٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٠٠ جم/فدان.

٣ – ماتش ٥٪ مستحلب بمعدل ٢٠٠ مل/فدان.

الديدان النصف قياسة

تتغذى الديدان النصف قياسة على بشرة السطح السفلى للأوراق، ثم على باقى نسيج الورقة؛ مما يؤدى إلى ظهور ثقوب تزداد اتساعًا، وتبدو الأوراق متهدلة. تؤدى الإصابة إلى ضعف النمو الخضرى للنباتات. وعند اشتداد الإصابة تتغذى اليرقات الكبيرة على القرون محدثة بها ثقوبًا مستديرة.

وتكافح الحشرة بأى من المبيدات أو بدائل المبيدات التالية:

١ – ماتش.

٢ – السيليكرون ٧٢٪ بمعدل ٧٥٠ مل (سم^3)/فدان.

٣ – دايبل ٢ إكس بتركيز ٣٢٠٠٠ وحدة بمعدل ٢٠٠ جم/فدان.

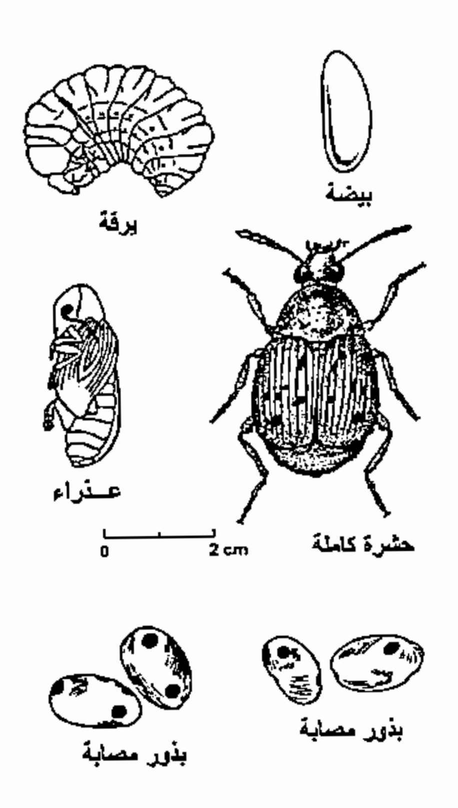
سوسة الفاصوليا

تعرف سوسة الفاصوليا bean bruchid (أو bean weevil) بالإسم العلمى *Acanthoscelides obtectus*.

تحتوى كل بذرة مصابة على يرقة أو عذراء، وتميز الإصابات بوجود ثقب صغير بالبذرة يبلغ قطره حوالى ملليمترين.

تبدأ الإصابة عادة فى الحقل، حيث تضع الحشرة بيضها على القرون قرب نضجها. يكون لون البيض أبيض ترابى. تفقس اليرقات وتحفر طريقها إلى داخل البذرة بالقرن، حيث تتغذى. تكمل الحشرة دورة حياتها داخل البذرة، وتخرج منها الحشرة الكاملة – وهى خنفساء – من خلال الثقب الموجود بالبذرة (شكل ١٠–٣٧).

تضع كل أنثى حوالى ٥٠ بيضة، وتبلغ دورة حياة الحشرة حوالى خمسة أسابيع فى حرارة ٢٨°م ورطوبة نسبية ٧٠٪.



شكل (١٠-٣٧): سوسة الفاصوليا: أطوار الحشرة وأعراض الإصابة على البذور.

وتكافح الحشرة فى الحقل باتخاذ التدابير اللازمة لمنع وصول البذور المصابة إلى الحقل، وترش النباتات فى بداية تزهيرها، وقبل وضع البيض بالملاثيون، بمعدل ١,٥ لتر للفدان. وتكافح الحشرة فى المخازن - بتدخينها - بغاز ثانى كبريتور الكربون بمقدار ٢٠ سم^{٣}/م^{٣} من فراغ المخزن لمدة ٢٤ ساعة. ويجب فحص الحبوب المخزنة من وقت لآخر حتى يمكن اتخاذ الإجراءات العلاجية فى وقت مبكر.

سوسة قرون الفاصوليا

تعرف سوسة قرون الفاصوليا bean pod weevil بالإسم العلمى *Apion godmani*.

تظهر الحشرة الكاملة وقت الإزهار، ويكون ضررها محدودًا بالأوراق والأزهار قبل تزاوجها. تضع الإناث بيضها فى جدر القرون الحديثة العقد التى يتراوح طولها بين سنتيمتر واحد وأربعة سنتيمترات، حيث تقرض الحشرة ثقبًا صغيرًا فى الجدار الثمرى الوسطى mesocarp فوق أحد البذور، وتضع بيضة واحدة بيضاء نصف شفافة. تفقس البيضة فى خلال ٨–٩ أيام، وتمر بثلاثة أطوار تستغرق ١٩ يومًا. تخترق يرقة الطور الأول جدار القرن، ويتغذى الطورين الثانى والثالث على البذور المتكونة، ثم تتعذر فى تجويف البذور داخل القرن. تتحول العذراء إلى حشرة كاملة فى خلال ١٠ أيام، ولا يوجد عادة سوى جيل واحد فى موسم النمو المحصولى.

تصعب مكافحة الحشرة كيميائيًّا بسبب قصر الفترة التى تنشط فيها الأفراد البالغة قبل وضع الإناث لبيضها، وهى الفترة التى تجدى فيها المكافحة، ولكن تتوفر أصناف مقاومة للحشرة (Beebe وآخرون ١٩٩٣).

أبو دقيق البقوليات أو دودة قرون البقوليات

تعرف دودة قرون البقوليات (وهى من رتبة حرشفية الأجنحة) بالإسم العلمى *Lampides boeticus*، وهى تتغذى على البذور غير الناضجة فى قرون الفاصوليا، واللوبيا، والفول الرومى.

تبلغ الحشرة الكاملة (أبو الدقيق) حوالى ١,٣ سم طولاً، و ٣,٤ سم عرضًا بعد فرد الأجنحة، ولونها أزرق قرمزى فى سطحها العلوى، مع وجود بقعتان سوداوان على الزاوية الخارجية لكل من الجناحين، وتحاط كل بقعة منهما بدائرة زرقاء اللون، كما يوجد عند كل زاوية بروز رفيع أسود بطرف أبيض. أما سطحها السفلى فهو رمادى ضارب إلى البنى مع وجود خطوط بيضاء متموجة، وشريط أبيض جهة الحافة الخارجية للأجنحة، كذلك توجد البقعتان السوداوان على الزاوية الخارجية الخلفية للأجنحة تحاط كل منهما بدائرة زرقاء اللون.

تضع الإناث بيضها، الذى يعطى عند الفقس يرقات رمادية اللون مع وجود شرائط قاتمة اللون عليها.

وتكافح الحشرة بالوسائل التالية:

١ – جمع اليرقات قبل دخولها القرون وإعدامها.

٢ – رش النباتات قبل دخول اليرقات إلى القرون بأحد التحضيرات التجارية للبكتيريا *Bacillus thuringensis* (عبدالسلام ١٩٩٣).

الأكاروس والحلم

الحلم الترسونومى

يتغذى الحلم الترسونومى على العصارة النباتية فى الوقت الذى يفرز فيه سمومًا، وهو لا يُرى بالعين المجردة أو بالعدسات المكبرة العادية. تنتشر الإصابة بصورة وبائية بعد فترة قصيرة من بدء ظهورها.

ومن أهم مظاهر الإصابة، ما يلى:

١ – تشوه أوراق القمة النامية الطرفية وتوقف نموها فجأة. ومن مظاهر التشوه التفاف جانبى نصل الورقة مع تجعده بشدة، وزيادة سمك الأوراق.

٢ – جفاف الأزهار وتساقطها.

٣ – تشوه القرون.

ويكافح الحلم الترسونومى بمراعاة ما يلى:

١ – جمع النباتات المصابة والمشوهة ودفنها أو حرقها.

٢ – الرش بأى من المبيدات وبدائل المبيدات التالية بالتبادل: الكبريت الميكرونى بنسبة ١,٥٪، والكالثين الزيتى ١٨,٥ بنسبة ٢,٥ فى الألف، والكوميت بنسبة ١,٥ فى الألف، والتيديفول الزيتى بنسبة ٢,٥ فى الألف، ومبيد البولو. ويكرر الرش كل ١٠–١٥ يومًا.

ويعنى ظهور نموات حديثة طبيعية بالنباتات أن الآفة قد تمت مكافحتها بنجاح.

العنكبوت الأحمر

تظهر أعراض الإصابة بالعنكبوت الأحمر على شكل نقط صغيرة جدًّا ذات لون أبيض مصفر على السطح العلوى للورقة (شكل ١٠–٣٨، يوجد فى آخر الكتاب)، بينما يشاهد

النسج الدقيق للعنكبوت على السطح السفلى. ويختلف لون الحيوان من الأصفر إلى البرتقالى والأحمر، ويتغذى بإمتصاصه لعصارة النبات (شكل ١٠-٣٩، يوجد فى آخر الكتاب).

تكثر الإصابة عندما تكون أوراق النبات مغطاة بالأتربة. لذا .. فإنها تزداد فى جوانب الحقول - خاصة عندما تكون قريبة من الطرق غير المرصوفة - وعلى الأوراق السفلى للنبات. ولكنها تنتشر تدريجيًّا إلى الأوراق العليا (Burton وآخرون ١٩٨٤).

ويكافح العنكبوت الأحمر بالوسائل التالية:

أولاً: بدائل المبيدات، مثل:

١ - مساحيق الكبريت، مثل السوريل الزراعى (سمارك أو شيخ)، والكبريت الزراعى النصر، والشامة، والكبريدست، وتستعمل جميعها بمعدل ١٠ كجم/فدان.

٢ - الرش المنتظم كل ١٠ أيام بالكبريت الميكرونى بمعدل ٢ كجم/٤٠٠ لتر ماء.

٣ - الرش بالزيوت، والبيوفلاى، والإم بيد كما أسلفنا بيانه تحت المنّ.

٤ - الرش بالفيرتيمك ١,٨٪ مستحلب بمعدل ٦٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

ثانيًا: المبيدات، مثل:

١ - كومولوس إس بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

٢ - كاراتى بمعدل ٧٥ مل/١٠٠ لتر ماء.

٣ - أورتس Ortus بمعدل ٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

٤ - باروك ١٠٪ مركز معلق بمعدل ٢٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

٥ - تديفول مسحوق بمعدل ١ كجم/فدان.

٦ - تديفول زيتى بمعدل ١,٥ لتر/فدان.

٧ - كالثين ميكرونى ١٨,٥٪ بمعدل ١ كجم/فدان.

٨ - كالثين زيتى ١٨,٥٪ بمعدل ١,٥ لتر/فدان.

الفصل الحادى عشر

اللوبيا

تعريف بالمحصول

تسمى اللوبيا بالإنجليزية cowpea، و southern pea، كما تعرف اللوبيا الجافة بالإسمين black-eye pea، و blak-eye bean. وهى تعرف بالإسم العلمى *Vigna unguiculata* (L.) Walp subsp. *unguiculata* (وكانت تعرف سابقًا بالإسم العلمى: *V. sinensis* (L.) savi ex Hassk.

وقد أضيف تحت النوع *unguiculata* إلى الإسم العلمى للوبيا لتمييزها عن محصولين آخرين يتبعان نفس النوع النباتى، هما:

- اللوبيا الهليونية yardlong bean أو asparagus bean، واسمها العلمى: *V. unguiculata* supsp. *sesquipedalis* (سابقًا: *V. sesquidepalis*، و *V. sinensis* subsp. *sesquipedalis*).

- الكاتجانج catjang، واسمها العلمى: *V. unguiculata* subsp. *catjang* (سابقًا: *V. cylindrica*).

وتتلقح هذه المحاصيل الثلاثة بسهولة مع بعضها البعض (Terrell & Winters ١٩٧٤).

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن وسط أفريقيا هو موطن اللوبيا، وقد زرعت اللوبيا منذ القدم فى أفريقيا وآسيا، وعرفها الرومان والأغريق، ونقلت إلى الأمريكتين فى القرن السابع عشر.

ويُعتقد بأن بداية استئناس المحصول كانت فى غرب أفريقيا، وأن جنوب وشرق

أفريقيا تمثل مناطق التباين الأولية للطرز البرية للمحصول، بينما تعد غرب أفريقيا وجنوب شرق آسيا مراكز ثانوية للاختلافات الوراثية (عن Fery ١٩٩٠).

ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Steele (١٩٧٦).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

تزرع اللوبيا لأجل استعمال القرون الخضراء والبذور الجافة، كما تستعمل البذور الخضراء أيضًا بعد اكتمال نمو القرون وقبل جفافها، وتؤكل أوراق اللوبيا والأفرع الصغيرة فى المناطق الاستوائية من أفريقيا وآسيا. وتعد اللوبيا من بين أهم الخضر الورقية فى عديد من الدول الأفريقية (عن Ahenkora وآخرين ١٩٩٨).

يبين جدول (١١-١) المحتوى الغذائي لكل من قرون اللوبيا الخضراء، وبذورها الجافة (عن Watt & Merrill ١٩٦٣)، ويتضح من الجدول أن اللوبيا الجافة من الخضر الغنية جدًّا بكل من البروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والحديد، والمغنيسيوم، والثيامين، والريبوفلافين، والنياسين، كما تعد من الخضر الغنية بالكالسيوم. أما اللوبيا الخضراء .. فهى من الخضر الغنية جدًّا بالنياسين، والمتوسطة فى محتواها من كل من الكالسيوم، والفوسفور، وفيتامين أ، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. ويعتبر بروتين اللوبيا غنيًّا بالحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine، حيث تتراوح نسبته فى البروتين من ٢٢-٣٥٪ (Steele ١٩٧٦).

وتتوفر الأحماض الأمينية الضرورية فى بروتين اللوبيا بالتركيزات التالية (بالجرام لكل ١٦ جم نيتروجين) (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥).

الليسين	Lysine	٦,٧	الثريونين	threonine	٤,١
الفالين	Valine	٥,٢	الليوسين	leucine	٧,٤
الأيزوليوسين	Isoleucine	٤,٩	المثيونين	methionine	١,٣
التربتوفان	Tryptophan	١,٠	الفينيل آلانين	phenylalanine	٥,٧
الأرجنين	Arginine	٦,٩	الهستدين	histidne	٣,١

وبذا .. تعد اللوبيا - كما أسلفنا - غنية فى الحمض الأمينى ليسين، ولكنها فقيرة فى الحمضين: السيستين، والمثيونين.

جدول (١١-١): المحتوى الغذائى لكل ١٠٠ جم من قرون اللوبيا الخضراء، وبذورها الجافة.

العنصر الغذائى	القرون الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٨٦	١٠,٥
السعرات الحرارية	٤٤	٣٤٣
البروتين (جم)	٣,٣	٢٢,٨
الدهون (جم)	٠,٣	١,٥
الكربوهيدرات الكلية (جم)	٩,٥	٦١,٧
الألياف (جم)	١,٧	٤,٤
الرماد (جم)	٠,٩	٣,٥
الكالسيوم (ملليجرام)	٦٥	٧٤
الفوسفور (ملليجرام)	٦٥	٤٢٦
الحديد (ملليجرام)	١,٠	٥,٨
الصوديوم (ملليجرام)	٤٠	٣٥
البوتاسيوم (ملليجرام)	٢١٥	١٠٢٤
فيتامين أ (وحدة دولية)	١٦٠٠	٣٠
الثيامين (ملليجرام)	٠,١٥	١,٠٥
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠,١٤	٠,٢١
النياسين (ملليجرام)	١,٢٠	٢,٢
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٣٣	—
المغنيسيوم (ملليجرام)	—	٢٣٠

وتحتوى أوراق اللوبيا على نسبة عالية من البروتين تتراوح بين ٢٩٪، و ٤٣٪ على أساس الوزن الجاف، مقارنة بنسبة بروتين فى البذور تتراوح بين ٢١٪، و ٣٣٪ على أساس الوزن الجاف كذلك. ويرجع التفاوت الكبير فى نسبة البروتين فى الأوراق إلى اختلافها فى العمر عند حصادها للتحليل (عن Nielsen وآخرين ١٩٩٤).

وتحتوى بذور اللوبيا على مثبطات للتربسين trypsin، والكيموتربسين chymotrypsin، وكذلك على مركبات سيانوجينية cyanogenic compounds، وجميعها مركبات ضارة بالصحة، ولكن هذه المركبات تتحطم بالحرارة ويتم التخلص منها عند الطبخ (عن Fery ١٩٩٠).

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجمالية التى زرعت باللوبيا فى مختلف دول العالم لأجل إنتاج البذور الجافة حوالى ١٦,٣٤ مليون فدان، بلغ إجمالى إنتاجها حوالى ٢,٥ مليون طن، بمتوسط قدره حوالى ١٥٠ كجم فقط من البذور الجافة للفدان. وقد كان جل هذه المساحة فى دولتين أفريقيتين، هما: نيجيريا التى زرع فيها حوالى ٧,٨٦ مليون فدان، بمتوسط إنتاج قدره ٢١٠ كجم للفدان، والنيجر التى زرع فيها حوالى ٦,١٩ مليون فدان، بمتوسط إنتاج قدره ٧٠ كجم للفدان. وبالمقارنة .. زرع فى مصر فى العام ذاته ٦٦٦٧ فدانًا من اللوبيا كان متوسط إنتاجها ٩٨٠ كجم للفدان. وقد احتلت مصر فى ذلك العام المرتبة الخامسة عشر على مستوى العالم من حيث المساحة المزروعة باللوبيا، ولكنها احتلت المرتبة السادسة من حيث متوسط إنتاج الفدان بعد كل من كرواتيا، وماسيدونيا، وترنداد، وسلوفينيا، ويوجوسلافيا (موقع منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة على الإنترنت–٢٠٠٠). ويقدر إنتاج دول غرب أفريقيا – وحدها – من اللوبيا بنحو ٦٠٪ من الإنتاج العالمى (عن Lane وآخرين ١٩٩٤).

وقد قدرت المساحة المزروعة باللوبيا الجافة فى مصر فى عام ١٩٩٩ بنحو ١٤٣٣٧ فدانًا كان متوسط إنتاجها ١,٢ طن للفدان، وكانت غالبية هذه المساحة (١٤٠٦٤ فدان) فى العروة الصيفية، والقليل منها (٢٣٨ فدان) فى العروة الخريفية. وبالمقارنة كانت المساحة المزروعة التى خصصت لإنتاج القرون الخضراء ٨٠٤٣ فدانًا، بمتوسط إنتاج قدره ٤,٤ طن للفدان. وإلى جانب العروة الصيفية التى زرعت فيها معظم هذه المساحة (٦٨٢٩ فدان)، فقد زرعت مساحة كبيرة نسبيًا (١٠٩١ فدان) فى العروة الخريفية، ومساحة بسيطة (١٢٣ فدان) فى العروة الشتوية (الإدارة المركزية لشئون البساتين والمحاصيل الحقلية – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى –٢٠٠٠).

الوصف النباتى

اللوبيا نبات عشبى حولى، ومفترش، قائم، أو متسلق.

الجذور

جذر اللوبيا وتدى كثير التفريع، وتمتد الجذور الجانبية لمسافة ٣٠–٦٠ سم، وتزداد كثافتها فى الخمسة عشر سنتيمتر السطحية من التربة.

الساق والأوراق

ساق اللوبيا إما أن تكون قصيرة وقائمة، أو طويلة وزاحفة. الأوراق الأولى للنبات بسيطة ومتقابلة أما الأوراق التالية .. فمركبة من ثلاث وريقات، وعنق الوريقة الوسطى أطول قليلاً من عنق الوريقتين الجانبيتين. وعنق الورقة طويل، والأذينات واضحة وأكبر مما في القاصوليا، والوريقات ناعمة.

تحتوى معظم الأصناف على صبغات أنثوسيانينية بسيقانها، وبأجزائها الزهرية، وبذورها.

الأزهار والتلقيح

تحمل أزهار اللوبيا فى نورات راسيمية تحتوى كلا منها على ٢-٨ أزهار فى أزواج، وحامل النورة طويل، ويخرج من آباط الأوراق. الأزهار كبيرة ولونها أبيض، أو بنفسجى. وعلم الزهرة كبير وعريض، والزورق ينحنى نحو الداخل ولا يلتف كما فى الفاصوليا (استينو وآخرون ١٩٦٤).

تتفتح الأزهار فى الصباح الباكر، وتغلق قبل الظهر، وتسقط فى مساء نفس اليوم. وحبوب اللقاح لزجة وثقيلة، والتلقيح الذاتى هو السائد، وهو يحدث قبل تفتح الزهرة.

توجد غدد رحيقية خارج الأعضاء الزهرية عند قاعدة التويج، وغدد أخرى بين الأعضاء الزهرية عند قاعدة المبيض، وجميعها جاذبة للحشرات. وبرغم أن الرحيق - الذى يوجد خارج الأعضاء الأساسية للزهرة - يجذب النمل، والذباب، والنحل إلا أن الحشرات الثقيلة فقط - مثل النحل الطنان - هى التى تكون قادرة على الضغط على جناحى الزهرة، وإبراز الميسم والأسدية (Puseglove ١٩٧٤). وقد قدرت نسبة التلقيح الخلطى فى إحدى الدراسات من صفر إلى ١,٤٢٪ بمتوسط قدره ٠,٥٩٪ (Williams & Chambliss ١٩٨٠). ويذكر Vas وآخرون (١٩٩٨) أن نسبة التلقيح الخلطى تصل فى حوض الأمازون بالبرازيل - حيث يكثر النشاط الحشرى - إلى نحو ١٠٪، وأن ذلك يسهم فى زيادة محصول اللوبيا.

الثمار والبذور

قرون اللوبيا طويلة مستقيمة أو منحنية، يتراوح طولها بين ٢٠، و ٢٥سم، وتظهر عليها من الخارج انخفاضات بين مواقع البذور. يحتوى القرن على ٨-٢٠ بذرة، ولاتنكمش جدر القرن على البذور عند النضج.

بذور اللوبيا صغيرة عادة، ولكنها قد تصل فى بعض الأصناف إلى ٣٠٠ مجم. تختلف البذور فى شكلها، ولونها، وحجمها حسب الأصناف، واللون الغالب هو الأبيض أو الكريمى، وقد تكون ملونة أو منفصلة، وقد توجد بها سرة أو لا توجد، والسرة قد تكون سوداء، أو بنية، أو قرمزية اللون. وقد يكون الغلاف البذرى أملسًا أو مجعدًا.

تخلو بذور اللوبيا من الإندوسيرم، وإنباتها هوائى epigeal.

الأصناف

تقسيم الأصناف

تقسم أصناف اللوبيا التى تزرع لأجل بذورها الجافة إلى الطرز الآتية:

١ - المزدحمة Crowder:

وفيها تكون البذور مزدحمة فى القرن، وقد تكون سوداء، أو منقطة، أو ذات سرة بنية. ومن أمثلتها الأصناف: Brown Crowder، و Kunckle Purple Hull، و Mississippi Silver، و Colossus.

٢ - ذو السرة السوداء Blackeye:

وفيها تكون البذور غير مزدحمة فى القرون، التى يتراوح طولها بين ١٥، و ٢٠ سم، ولون البذور أبيض وبها سرة سوداء، وأصنافها كثيرة الانتشار فى الزراعة، مثل: California Blackeye No. 5، و Queen Anne، و Princess Anne.

٣ - الكريمية Cream:

وفيها البذور غير مزدحمة فى القرن، وتكون البذور كلوية إلى كروية الشكل، ولونها كريمى بعد الطهى، والنباتات قائمة، ومن أمثلتها: Texas Cream 40، و White Acre.

٤ – ذو السرة القرمزية Pinkeye:

وفيها تكون البذور متوسطة الازدحام فى القرن، وذات سرة حمراء أو قرمزية اللون، ومن أمثلتها الأصناف: Pinkeye Purple Hull، و Coronet، و Burgundy، و Mississippi Purple.

وإلى جانب الطرز التى أسلفنا بيانها، توجد لوبيا العلف Forage، وتتضمن أصنافًا انتشرت زراعتها فى غرب أفريقيا، ووجدت صالحة لاستعمال البذور الجافة (Purseglove ١٩٧٤، و Fery ١٩٩٠).

مواصفات الأصناف الهامة

من أهم أصناف اللوبيا المعروفة فى مصر ما يلى:

١ – أزميرلى:

النمو الخضرى قوى، والقرون طويلة خضراء مع لون بنفسحى فى طرف القرن، والبذور الناضجة كبيرة نوعًا، لونها كريمى، بها سرة سوداء، وهو صنف مبكر النضج وغزير المحصول، شديد القابلية للإصابة بالصدأ؛ لذا تفضل زراعته فى العروة الصيفية.

٢ – فطريات:

النمو الخضرى أقوى مما فى الصنف الأزميرلى، والقرون طويلة خضراء وأرفع من قرون الصنف الأزميرلى. البذور الناضجة أصغر حجمًا من بذور الأزميرلى، ولونها أبيض، وبدون سرّة سوداء، متأخر النضج عن الصنف الأزميرلى بنحو أسبوعين، مقاوم للصدأ إلا أن مقاومته فقدت جزئيًا.

٣ – بلاك آى Black Eye:

النباتات قوية النمو، متوسطة الطول، قائمة وكثيرة التفريع، والقرون طويلة، وهو صنف مبكر عن الأزميرلى بنحو أسبوع، ويتفوق عليه فى المحصول بنحو ١٥–٢٠٪، والبذور الناضجة كبيرة نوعًا، كريمية اللون ولها سرة سوداء، يصاب بالصدأ بدرجة أقل من الصنف الأزميرلى.

٤ – كريم ٧ Cream 7:

النمو الخضرى قائم، والنباتات قصيرة، متوسطة التفريع، والبذور الجافة كريمية

اللون، ويوجد بها هالة ذات لون بنى قاتم حول السرة، وأكبر حجمًا من بذور الصنف فطريات. يزرع هذا الصنف لأجل قرونه الخضراء وبذوره الجافة، وهو يعد أبكر الأصناف المزروعة فى مصر حاليًا، وأكثرها انتشارًا فى الزراعة، إلا أنه قابل للإصابة بالصدأ.

٥ – البلدى:

محدود الانتشار فى الزراعة حاليًا، والنباتات متوسطة النمو، والقرون جلدية، والبذور الناضجة صغيرة لونها كريمى ولها سرة بنية، وهو صنف مبكر، يصاب بالصدأ (مرسى والمربع ١٩٦٠، الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف اللوبيا .. يراجع Wehner (١٩٩٩).

التربة المناسبة

تنجح زراعة اللوبيا فى مختلف أنواع الأراضى، وهى تعتبر من أنسب محاصيل الخضر للزراعة فى الأراضى المتوسطة الخصوبة والرملية، كما أنها تتحمل الملوحة وسوء الصرف بدرجة أكبر من البسلة والفاصوليا. وقد يزداد نموها الخضرى كثيرًا فى الأراضى العالية الخصوبة، ويكون ذلك على حساب النمو الزهرى والثمرى.

هذا .. إلا أنها تكون أعلى إنتاجًا فى الأراضى الطميية الرملية الجيدة الصرف.

وتعد اللوبيا من محاصيل الخضر الحساسة لزيادة تركيز البورون فى التربة أو فى مياه الرى، وإن لم تكن بدرجة حساسية الفاصوليا. وقد وجد Francois (١٩٨٩) أن محصول البذور الجافة من اللوبيا انخفض بمقدار ١١,٥٪ مع كل زيادة مقدارها جزء واحد فى المليون من البورون فى الماء الأرضى عن تركيز قدره ٢,٥ جزء فى المليون، وكان مرد ذلك الإنخفاض فى محصول البذور مع زيادة تركيز البورون إلى نقص عدد القرون بالنبات وضعف النمو النباتى بوجه عام. وتجدر الإشارة إلى أن تركيز البورون فى المحلول الأرضى الذى يصاحبه نقص فى المحصول يزيد قليلاً عن التركيز الذى تظهر عنده أضرار بالأوراق.

تأثير العوامل الجوية

تعتبر اللوبيا من خضروات الجو الدافئ التى لا تتحمل البرودة، ويضرها الصقيع. ولا تجب زراعة اللوبيا قبل أن ترتفع حرارة التربة عن ٢٠°م. ويلائم نمو النباتات حرارة مقدارها ٢٤°م. وتعتبر اللوبيا من النباتات المحايدة بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية على كل من الإزهار والنمو الخضرى؛ فهى لا تستجيب نوعيًّا للفترة الضوئية، ولكنها قد تستجيب كميًّا.

وفى دراسة أجريت على ثمانية أصناف من اللوبيا لم تكن للفترة الضوئية بين ٩,٧، و ١٤,٤ ساعة يوميًّا أية تأثير على معدل ظهور الأوراق الجديدة، بينما ارتبطت تلك الصفة إيجابيًّا بمتوسط درجة الحرارة اليومى بين ٢٠,٩، و ٢٩,٨°م (Craufurd وآخرون ١٩٩٧).

ويؤدى ارتفاع الرطوبة الجوية إلى زيادة تعرض النباتات للإصابة بالصدأ، ولذا .. فإنه لا ينصح بالتأخير فى زراعة اللوبيا فى الموسم الخريفى.

طرق التكاثر والزراعة

التكاثر وكمية ومعاملات التقاوى

تتكاثر اللوبيا بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة. وتتراوح كمية التقاوى التى تلزم لزراعة فدان من ٢٠–٣٠ كجم حسب الصنف ومسافة الزراعة؛ فتتضاعف كمية التقاوى فى الأصناف ذات البذور الكبيرة، مثل: أزميرلى، بالمقارنة بالأصناف ذات البذور الصغيرة مثل فطريات، وعند الزراعة على مسافات ضيقة، بالمقارنة بالزراعة على مسافات واسعة.

ويجب تلقيح بذور اللوبيا ببكتيريا العقد الجذرية قبل زراعتها، وخاصة فى الأراضى الرملية التى لم تسبق زراعتها باللوبيا. وتتخصص على اللوبيا سلالة خاصة من نوع البكتيريا *Rhizobium japonica*.

كما يتعين معاملة البذور قبل الزراعة بأحد المطهرات الفطرية المناسبة، بمعدل جرام واحد من المبيد لكل كيلو جرام من البذور.

وفى زراعات اللوبيا – التى تحصد بذورها الخضراء المكتملة النمو آليًّا – يفضل تقليل المسافة بين الخطوط. وقد وجد Buckley & Pee (١٩٩٥) أن محصول الصنف Texas Pinkey Purple Hull ازداد – فى حالة حصاده آليًّا – بنقص المسافة بين خطوط الزراعة من ١٠٧ إلى ٥٣ سم. ومن الطبيعى أن الأصناف التى تحصد آليًّا – مرة واحدة – يجب أن تكون قائمة ومحدودة النمو، وأن تعقد جميع قرونها خلال فترة زمنية قصيرة.

الزراعة

تجهز الأرض بالحرث والتزحيف، وتسمد بالسماد البلدى بمعدل ١٥م٣ للفدان فى الأراضى الرملية والضعيفة فقط.

وتتوقف مسافات الزراعة على الصنف المستخدم ونظام الرى المتبع كما يلى:

١ – فى حالة نظام الرى بالغمر .. تزرع بذور اللوبيا من الأصناف القصيرة سرًّا على بعد ٥–٧ سم على عمق ٣–٥ سم على الريشة المواجهة للشمس لخطوط بعرض ٦٠ سم. أما الأصناف المدادة .. فإن بذورها تزرع على نفس العمق فى جور تبعد عن بعضها بمقدار ٢٠–٣٠ سم، بمعدل ٣ بذور فى الجورة على الريشة المواجهة للشمس لخطوط بعرض ٨٠–٩٠ سم، على أن تخف على نباتين فقط بعد الإنبات.

٢ – فى حالة نظام الرى بالتنقيط .. توضع الخراطيم – فى حالة الأصناف القصيرة – على مسافة ١٢٠ سم من بعضها فى الحقل، وتزرع البذور فى خطين على جانبى خرطوم الرى وعلى بعد ١٥ سم منه؛ أى تكون المسافة بين خطى الزراعة المزدوجين – اللذين يتوسطهما خرطوم الرى على مسافة ٣٠ سم، تزرع البذور – فى كل خط – فى جور تبعد عن بعضها بمقدار ١٠ سم، بمعدل ٣ بذور فى الجورة، على أن تخف على نباتين فقط بعد الإنبات.

أما الأصناف المدادة .. فإن بذورها تزرع فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ٢٠ سم على جانب واحد لخطوط (خراطيم) رى بالتنقيط تبعد عن بعضها بمسافة ١٢٠ سم.

هذا .. ولا يناسب الرى بطريقة الرش إنتاج اللوبيا؛ لأنه يؤدى إلى انتشار الأمراض.

وتكون زراعة اللوبيا بالطريقة العفير أو بالطريقة الحراثي. وتتبع الطريقة العفير في الأراضي الرملية والخفيفة، حيث تزرع البذرة الجافة في أرض جافة ثم تروى الأرض. وتتبع الطريقة الحراثي في الأراضي الطميية والثقيلة، حيث تزرع البذرة الجافة في أرض سبق ريّها، وتركت حتى وصلت إلى درجة الجفاف المناسبة. وتوضع البذور على العمق المناسب، ثم تغطى بالثرى الرطب، ثم بالتربة الجافة. وتلك هي الطريقة الوحيدة التي ينصح بها لزراعة اللوبيا في الأراضي الثقيلة، وخاصة بالنسبة للأصناف ذات البذور الكبيرة، وذلك لأن بذور اللوبيا لا تتحمل الرطوبة الزائدة، وتتعفن إذا زرعت بالطريقة العفير في هذه الأراضي.

مواعيد الزراعة

إن أنسب موعد لزراعة اللوبيا هو في عروة صيفية من مارس إلى مايو، وتزرع اللوبيا في عروة أخرى خريفية من يوليو إلى منتصف أغسطس، إلا أن النباتات تتعرض فيها للإصابة بالأمراض الفطرية - وخاصة مرض الصدأ - بسبب ارتفاع رطوبة الجو خلال هذا الموسم.

وبينما تزرع اللوبيا لأجل إنتاج القرون الخضراء في أي من العروتين، فإن إنتاج البذور الجافة لا يكون إلا في العروة الصيفية، وكذلك يمكن زراعة الأصناف المقاومة للصدأ في أي موعد، بينما لا يجوز تأخير زراعة الأصناف القابلة للإصابة عن منتصف شهر أبريل حتى لا تتعرض للإصابة الشديدة بالصدأ.

عمليات الخدمة

الترقيع والخف

تجرى عملية الترقيع قبل ريّة المحاياة في الأراضي الرملية، وبعد ريّة المحاياة وجفاف التربة إلى الدرجة المناسبة في الأراضي الطميية والثقيلة. وتجرى عملية الخف قبل ريّة المحاياة مباشرة، مع ترك نبات واحد أو نباتين بالجورة حسب مسافة الزراعة.

العزق

يكون العزق سطحيًّا ويجرى مرتين، الأولى: بعد عملية الخف، والثانية: بعد نحو ٣-٤ أسابيع من الأولى. ويتوقف العزق عند تغطية النمو الخضرى للخطوط.

الرى

لا تروى اللوبيا قبل اكتمال الإنبات، ثم تروى ريًّا متباعدًا حتى الإزهار، مع عدم تعريض النباتات للعطش، ثم تقصر فترات الرى أثناء الإزهار ونمو القرون، مع مراعاة عدم الإفراط فى الرى، وذلك لأن هذا يؤدى إلى غزارة النمو الخضرى على حساب النمو الزهرى والثمرى.

التسميد

يؤدى التسميد الفوسفاتى الجيد للوبيا إلى تبكير الإزهار، وزيادة عدد عقد الرايزوبيم الجذرية، وزيادة محصول البذور الجافة (Okeleye & Okelana ١٩٩٧).

وتبعًا لدراسات Kahn & Schroeder (١٩٩٩) - التى أجريت فى ولاية أوكلاهوما الأمريكية - فإن اللوبيا التى لقحت بذورها ببكتيريا الرايزوبيم ولم تسمد بالنيتروجين تساوت فى محصول البذور الخضراء، والنمو النباتى مع تلك التى لم تلقح وسمدت بمقدار ٢٣ كجم نيتروجينًا للهكتار (٩,٦ كجم نيتروجين للفدان).

هذا .. وقدر أن بكتيريا الرايزوبيم يمكن أن تثبت فى جذور اللوبيا ما بين ٧٣، و ٢٤٠ كجم من النيتروجين للهكتار (من ٣٠,٤ إلى ١٠٠ كجم نيتروجين للفدان)، وهى بذلك لا تمد اللوبيا فقط بحاجتها من النيتروجين؛ بل إنها تفيد كذلك المحصول الذى يلى اللوبيا فى الدورة (Fery ١٩٩٠).

وتسمد اللوبيا فى الأراضى الخصبة بنحو ٣٠ وحدة فوسفور (حوالى ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات)، و ٣٠ وحدة نيتروجين (على صورتى سلفات نشادر ٢٠٪ N، ونترات نشادر ٣٣,٥٪ N)، و ٤٠ وحدة بوتاسيوم (حوالى ٨٠ كجم سلفات بوتاسيوم) تضاف على دفعتين، الأولى عند ريّة المحاياة، والثانية عند الإزهار.

أما فى الأراضى الرملية الفقيرة عند الرى بطريقة الغمر .. فإن اللوبيا تسمد بضعف الكميات السابقة، مع إضافتها على أربع دفعات، الأولى: عند إعداد الأرض للزراعة، والثانية: عند رية المحاياة، والثالثة: عند بدء التزهير، والرابعة عند العقد، وعلى أن تكون إضافة السماد قبل الرى مباشرة (مرسى والمربع ١٩٦٠، الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٤)

وعندما تزرع اللوبيا فى الأراضى الرملية، مع الرى بطريقة التنقيط، فإن التسميد يكون على النحو التالى:

١ - قبل الزراعة: ١٥م^3 سمادًا بلديًّا، يضاف إليها ١٥ كجم نيتروجينًا، و ٣٠ كجم P_2O_5، و ١٥ كجم K_2O.

٢ - بعد الزراعة: ٤٥ كجم نيتروجينًا، و ٨ كجم P_2O_5، و ٤٥ كجم K_2O.

وتزيد كميات الأسمدة التى تخصص للفدان الواحد قبل وبعد الزراعة بنسبة الربع بالنسبة للأصناف الطويلة التى تبقى فى الأرض لفترة أطول.

الفسيولوجى

فسيولوجيا الإزهار وعقد القرون

نادرًا ما تكون اللوبيا غير حساسة للفترة الضوئية فى إزهارها؛ فهى غالبًا تستجيب كميًّا للفترة الضوئية كنباتات قصير النهار، بمعنى أن الغالبية العظمى من الأصناف لاتتطلب فترة ضوئية لاتزيد عن حد معين لكى تزهر (أى ليست استجابتها نوعية)، ولكنها تتأخر فى الإزهار عند زيادة طول الفترة الضوئية عن الفترة الحرجة والتى تبلغ ١٢ ± نصف ساعة يوميًّا. وتتوفر كذلك أصناف من اللوبيا غير حساسة للفترة الضوئية، ولايتأثر موعد إزهارها بطول فترة الإضاءة.

وفى المقابل نجد أن إزهار اللوبيا يكون أسرع فى كل من الأصناف الحساسة للفترة الضوئية والأصناف غير الحساسة لها بارتفاع الحرارة تدريجيًّا عن درجة حرارة أساس (T_b) تتراوح بين ٨، و ١٠°م إلى درجة حرارة مثلى (T_o) تتراوح بين ٢٧، و ٢٩°م (عن Craufurd ١٩٩٦). هذا .. ولايحدث أى تقدم فى إزهار اللوبيا عند حرارة ٨-١٠°م أو أقل من ذلك (Ellis وآخرون ١٩٩٤).

وبينما لا تختلف أصناف اللوبيا جوهريًّا فى حساسيتها للحرارة العالية عند إزهارها فإنها تختلف جوهريًّا فى حساسيتها للفترة الضوئية (Craufurd ١٩٩٦).

وبينما يمكن للوبيا أن تزهر وتعقد قرونًا بوفرة فى حرارة مرتفعة نسبيًّا (٣٣°م نهارًا مع ٢٠°م ليلاً)، فإن الأصناف والسلالات العادية (مثل السلالة CB5) يتوقف إزهارها تمامًا فى الحرارة الشديدة الارتفاع (٣٣°م نهارً مع ٣٠°م ليلاً). وبالمقارنة .. فإن السلالات التى تكون متحملة للحرارة العالية أثناء الإزهار، وحساسة لها أثناء عقد القرون (مثل السلالة 7964) تنتج أزهارًا فقط فى الحرارة الشديدة الارتفاع، ولكنها لا تعقد قرونًا. أما السلالات المتحملة للحرارة الشديدة الارتفاع خلال مرحلتى الإزهار وعقد القرون (مثل السلالة 518)، فإنها تنتج قرونًا بوفرة فى الحرارة الشديدة الارتفاع. وقد أضيرت البراعم الزهرية بشدة فى السلالة CB5 الحساسة للحرارة العالية خلال مرحلة الإزهار، بينما أضيرت المتوك بشدة فى السلالة 7964 الحساسة خلال مرحلة عقد القرون. وقد كانت الحرارة الشديدة الارتفاع مصاحبة بنقص فى محتوى النبات الكلى من المواد الكربوهيدراتية، وخاصة فى محتوى السكر بأعناق الأزهار، مع نقص فى معدل البناء الضوئى (Ahmed وآخرون ١٩٩٣).

ومن بين أصناف وسلالات اللوبيا الأخرى التى أمكنها العقد فى الحرارة الشديدة الارتفاع تحت ظروف الحقل (متوسط يومى قدره ٢٤°م للحرارة الدنيا، و ٤٣°م للحرارة القصوى) الصنف بريما Prima، والسلالة TVu 4552 (Marfo ١٩٩٦).

وأوضحت دراسة أجريت على صنفى اللوبيا بريما Prima المتحمل للحرارة العالية، و IT84S-2246 الحساس لها فى ظروف متباينة من درجات الحرارة، ولكن مع نهار قصير (١٢ ساعة إضاءة) أن بريما كان أكثر تحملاً للحرارة العالية أثناء الإزهار – بصورة جوهرية – عن IT84S-2246؛ مما يؤيد أن صفة تحمل الحرارة العالية تظهر فى النهار الحار القصير. وقد بدأت فترة الحساسية للحرارة المرتفعة فى IT84S-2246 فى مرحلة نشأة البراعم الزهرية flower bud initiation (عند عمر ١٥–٢٠ يومًا بعد بزوغ البادرات)، وكان تأثير الحرارة العالية بعد ذلك إضافيًّا وكميًّا (Craufurd وآخرون ١٩٩٨).

التأثير الفسيولوجى لنقص الرطوبة الأرضية

تعد اللوبيا من محاصيل الخضر القادرة على تحمل الجفاف، وهى تتفوق فى تلك الخاصية على النوع *V. radiata* (Sangakkara ١٩٩٣). ويؤدى تعرض النباتات لظروف الجفاف إلى نقص المساحة الورقية، وانغلاق الثغور، وتغيرات فى توجه الأوراق leaf orientation، وهى جميعها عوامل تؤدى إلى زيادة قدرة النباتات على تحمل الجفاف واحتفاظها بجهدها المائى water potential، مع عدم تعرضها لنقص حاد فى المحصول (Fery ١٩٩٠).

وعلى الرغم من ذلك فإن الجفاف يؤثر سلبيًّا على تراكم المادة الجافة فى الأجزاء الهوائية للنبات (من خلال خفضه لكل من: كفاءة استقبال الضوء الساقط، وكفاءة الاستفادة من الإشعاع) وعلى محصول البذور الذى ينخفض بمقدار حوالى ٥٠٪. وقد كان الارتباط بين محصول البذور وتراكم المادة الجافة عاليًّا (r= ٠,٩٦) ومعنويًّا فيما بين الإزهار ونضج البذور (Craufurd & Wheeler ١٩٩٩).

كما يؤثر جفاف التربة سلبيًّا على نشاط بكتيريا العقد الجذرية فى تثبيت آزوت الهواء الجوى. وقد أوضح Figueiredo وآخرون (١٩٩٨) وجود اختلافات بين سلالات البكتيريا .*Bradyrhizobium* spp فى مدى كفاءتها فى المعيشة التعاونية مع جذور اللوبيا تحت ظروف الجفاف؛ حيث كانت السلالة EI 6 أكثر كفاءة وجعلت نباتات اللوبيا أكثر قدرة على تحمل الجفاف عن السلالة BR 2001.

التأثير الفسيولوجى لغدق التربة

توجد اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات اللوبيا فى قدرة نباتاتها على تحمل غدق التربة، علمًا بأن السلالات الأكثر تحملاً لاستمرار زيادة الرطوبة الأرضية تكون أكثر قدرة على إنتاج الجذور الثانوية، وتزداد فى جذورها الخلايا البرانشيمية ذات المسافات البينية الوسعة (الـ aerenchyma) التى تزيد من سرعة حركة الغازات فى أنسجة الجذر (Teakele & McDavid ١٩٩٤).

وقد أوضح Umaharan وآخرون (١٩٩٧) أن تعريض نباتات اللوبيا لفترات قصيرة من

الغدق أثر سلبيًا – بدرجة عالية – على النمو الخضرى والمحصول عندما كان التعرض للغدق قبل مرحلة الإزهار؛ أما بعد ذلك .. فإن التعرض للغدق أثر سلبيًا على المحصول فقط، وقد اختلفت الأصناف فى مدى تأثرها بالغدق وتحملها له.

المعيشة التعاونية مع الميكوريزا والرايزوبيم

أدى تلقيح اللوبيا بالسلالة UT143 من فطر الميكوريزا *Glomus intraradices* إلى زيادة قدرة النباتات على تحمل النقص الشديد فى الرطوبة الأرضية، حيث لم يتأثر فيها توصيل الثغور، والنتح، والجهد المائى. وقد أرجع ذلك إلى أن الميكوريزا زادت من قدرة المجموع الجذرى على الحصول على الماء من التربة الجافة (Duan وآخرون ١٩٩٦). كذلك أدى تلقيح اللوبيا بالميكوريزا *Glomus entunicatum* إلى زيادة محتواها من البرولين، وبالميكوريزا *G. aggregatum* إلى زيادة محتواها من النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، وأدى التلقيح بأى منهما إلى زيادة النمو النباتى، وزيادة تكوين عقد الرايزوبيم الجذرية، وزيادة قدرة النباتات على تحمل ظروف الجفاف (Udaiyan وآخرون ١٩٩٧).

وأوضحت دراسات Nelwamondo & Dakora (١٩٩٩) أن السيليكون المضاف فى صورة metasilicic acid (H_4SiO_3) أو silicic acid (H_4SiO_4) إلى المحاليل المغذية للمزارع المائية للوبيا الملقحة ببكتيريا من *Bradyrhizobium* spp. يحدث زيادة معنوية فى كل من: عدد العقد الجذرية ووزنها الجاف، والنيتروجين المثبت/نبات، والوزن الجاف للنباتات، كما أن السيليكون المضاف إلى اللوبيا النامية فى الرمل يحدث زيادة فى كل من العقد الجذرية ووزنها الجاف، ولكن ذلك لم تصاحبه زيادة فى تثبيت الآزوت.

تأثير قطف الأوراق الحديثة على محصول البذور

تزرع اللوبيا فى الدول الاستوائية الأفريقية والآسيوية لا من أجل قرونها وبذورها فحسب، ولكن كذلك من أجل أوراقها الحديثة التى تقطف وتطهى. هذا .. إلا أن قطف الأوراق الحديثة أولاً بأول يكون له مردود سلبى على محصول البذور. وقد وجد

Nielsen وآخرون (١٩٩٤) أن قطف الأوراق – حتى ولو أجرى بصورة محدودة عند عمر ٥، و ٧ أسابيع – أدى إلى نقص محصول البذور، إلا أنه لم يؤثر على محتواها من البروتين.

وفى دراسة أخرى .. أدى قطف الورقتين الكاملتى التكوين – وهما الورقتان الثالثة والرابعة من القمة النامية – فيما بين اليوم الثامن والعشرين من الزراعة وحتى إزهار ٥٠٪ من النباتات – أدى ذلك إلى نقص متوسط محصول البذور لإثنتى عشر صنفًا من اللوبيا من ١٢٦٠ إلى ٩٧٦ كجم/هكتار، وانخفاض "محصول" البروتين المتحصل عليه من البذور بنسبة ٢٣٪، ولكن قابل ذلك زيادة فى محصول البروتين الكلى المتحصل عليه من البذور والأوراق معًا بنسبة ٤٠٪ (Ahenkora وآخرون ١٩٩٨).

الحصاد والتداول والتخزين

الحصاد

يتوقف موعد وطريقة الحصاد على الغرض من الزراعة كما يلى:

حصاد اللوبيا لغرض استعمال القرون الخضراء

يبدأ الحصاد بعد نحو ٢–٣ أشهر من الزراعة، ويستمر كل ثلاثة أيام لمدة ٢–٣ أشهر أخرى. وقد يجرى الحصاد آليًا بآلات تشبه آلات حصاد البسلة الخضراء، ولكن يكون المحصول منخفضًا. ويصاحب نضج قرون اللوبيا نقص نسبة الرطوبة فى البذور، وزيادة نسبة النشا والمواد الصلبة غير القابلة للذوبان فى الكحول.

حصاد اللوبيا لغرض استعمال البذور الخضراء

إذا أجرى الحصاد يدويًّا فإن ذلك يكون فى حوالى اليوم التاسع عشر من تفتح الزهرة، عند اختفاء اللون الأخضر من القرون، وبعد اكتمال نمو البذور، ولكن قبل تصلبها وجفاف القرون.

وفى الولايات المتحدة تحصد حقول اللوبيا المزروعة لأجل استعمال البذور الخضراء آليًا. ويعتبر أنسب موعد للحصاد هو عندما تفقد القرون جزءًا من لونها الأخضر وتصبح باهتة جزئيًا، ولكن لا يجب تأخير حصادها أكثر مما ينبغى حتى لا تصبح زائدة النضج

(كأن يصبح لونها قرمزى داكن فى الأصناف القرمزية) لأن بذورها تكون جافة ونشوية وغير مقبولة، كما أن القرون الصغيرة الخضراء تكون بذورها صغيرة وغير مقبولة كذلك لا فى التعليب ولا فى الاستهلاك الطازج. ويجرى الحصاد – عادة – عندما تكون ٣٠–٤٠٪ من القرون ناضجة.

حصاد اللوبيا لغرض استعمال البذور الجافة

لاتنضج قرون اللوبيا فى وقت واحد، فى حين يؤدى ترك القرون الجافة على النبات إلى انشطارها وفقد البذور. ولذا .. فإن حصاد القرون الجافة فى اللوبيا يجرى ٣–٤ مرات على مدى شهر بعد نحو ٤–٥ أشهر من الزراعة، ويكون الجمع – فى الصباح الباكر – فى وجود الندى. وبعد ذلك تترك النباتات حتى تنضج القرون المتبقية عليها، ثم تقطع وتنقل إلى مكان هاو لتجف، ثم تستخلص منها البذور.

التداول والتخزين

تخزن قرون اللوبيا وبذورها الخضراء فى الظروف ذاتها التى تخزن فيها قرون الفاصوليا وبذورها الخضراء، وتعطى معاملات بعد الحصاد التى تعطاها الفاصوليا الخضراء.

الأمراض والآفات ومكافحتها

للتفاصيل المتعلقة بمعظم أمراض وآفات اللوبيا .. يراجع الموضوع تحت الفاصوليا.

تصاب اللوبيا بعديد من الأمراض نذكر منها ما يلى: (عن Cook ١٩٧٨):

المرض	المسبب
الأمراض الفطرية	
الذبول الفيوزارى **fusarium wilt**	***Fusarium oxysporum*** **f. sp.** ***tracheiphilum***
البياض الدقيقى **powdery mildew**	***Erysiphe polygoni***
عفن بثيم الساقى **pythium stem rot**	***Pythium aphanidermatum***
الأنثراكنوز **anthracnose**	***Colletotrichum destructivum***
العفن الفحمى **charcoal rot**	***Macrophomina phaseolina***

المرض	المسبب
الصدأ **rust**	*Uromyces appendiculatus*
تقرح الساق **stem canker**	*Rhizoctonia solani*
تبقع الأوراق السركسبورى **cercospora leaf spot**	*Cercospora canescens*
عفن الجذور الفيوزارى **fusarium root rot**	*Fusarium solani*
عفن الجذور الرايزكتونى **rhizoctonia root rot**	*Rhizoctonia solani*
الأمراض البكتيرية	
التبقع البكتيرى **bacterial spot**	*Pseudomonas syringae*
الأمراض الفيروسية	
موزايك اللوبيا المنقول بالمن	**Aphid-borne cowpea mosaic virus**
موزايك اللوبيا المنقول بالخنافس	**Beetle-borne cowpea mosaic virus**
فيرس تبرقش واصفرار اللوبيا	**Cowpea chlorotic mottle virus**
فيرس موزايك الخيار	**Cucumber mosaic virus**
فيرس موزايك الفاصوليا العادى	**Bean common mosaic virus**
فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر	**Bean yellow mosaic virus**
فيرس موزايك الفاصوليا الجنوبى	**Southern bean mosaic virus**

عفن بثيم الساقى

أمكن مكافحة مرض عفن بثيم الساقى (أو العفن الطرى) الذى يسببه الفطر *P. aphanidermatum* فى اللوبيا بمعاملة التربة بأى من فطر الميكوريزا *Trichoderma viride*، أو البكتيريا *Bacillus cereus*، أو *B. subtilis* (Bankole & Adebanjo ١٩٩٨).

عفن رايزكتونيا الجذرى

أمكن مكافحة الفطر *R. solani* بشكل جيد بمعاملة بذور اللوبيا بأى من العزلتين البكتيريتين: CR-20 من *Pseudomonas fluorescens* (Barbosa وآخرون ١٩٩٥)، أو AP-183 من *Bacillus subtilis* (Noronha وآخرون ١٩٩٥).

الذبول الفيوزارى

يعرف ما لا يقل عن أربع سلالات من الفطر المسبب للذبول الفيوزارى فى اللوبيا، وهو *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*.

لم تؤثر الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور على الإصابة بالذبول الفيوزارى فى أصناف اللوبيا المقاومة للذبول، ولكنها أدت إلى زيادة شدة الإصابة بالذبول فى الأصناف القابلة للإصابة (Roberts وآخرون ١٩٩٥).

وتتوفر المقاومة للذبول الفيوزارى فى عدد من أصناف اللوبيا ذات السرة السوداء، مثل CB5 (أو California Blackeye 5)، وكذلك CB 46، و CB 88، وهى تتباين فى مقاومتها للسلالات المعروفة من الفطر (Smith وآخرون ١٩٩٩).

الأمراض الفيروسية

من بين فيروسات اللوبيا التى تنتقل عن طريق البذور كلاً من (Bashir & Hampton ١٩٩٣):

فيرس موزايك اللوبيا ذات السرة السوداء	Blackeye Cowpea Mosaic Virus
فيرس موزايك اللوبيا المنقول بالمن	Cowpea Aphid-Borne Mosaic Virus
فيرس موزايك الخيار	Cucumber Mosaic Virus
فيرس موزايك اللوبيا	Cowpea Mosaic Virus
فيرس موزايك اللوبيا الشديد	Cowpea Severe Mosaic Virus
فيرس تبرقش اللوبيا	Cowpea Mottle Virus
فيرس موزايك الفاصوليا الجنوبى	Southern Bean Mosaic Virus

وتصاب اللوبيا بسلالة من فيرس موزايك الفاصوليا الجنوبى تختلف عن تلك التى تصيب الفاصوليا. وتنقل خنفساء أوراق الفاصوليا *Ceratoma trifurcata* الفيرس إلى اللوبيا (Dixon ١٩٨١).

نيماتود تعقد الجذور

تعد اللوبيا من العوائل المفضلة لنيماتودا تعقد الجذور.

ومن أهم أصناف اللوبيا المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور، ما يلي:

California Blackeye No. 5	Colossus
Floriceam	Magnolia Buckeye
Mississippi Purple	Mississippia Shipper.

العدار

يتبع جنس *Striga* عددًا من النباتات الزهرية التى تتطفل على جذور عوائلها، تعرف باسم العدار witchweeds، وهى تنتشر فى المناطق شبه القاحلة من أفريقيا والهند. ويعرف النوع الذى يتطفل على اللوبيا باسم *S. gesnerioides*.

تؤدى الإصابات الشديدة إلى فقد المحصول كلية، ولكن متوسط النقص فى المحصول يقدر بنحو ٥٠٪.

لا تنبت بذور النبات المتطفل إلا بعد أن تتبنه لذلك بإفرازات من جذور العائل. ويعنى ذلك أن البذور القريبة من جذور العائل فقط هى التى تنبت، بينما تظل بقية البذور ساكنة فى التربة لتصيب زراعات تالية. يرسل الطفيل بعد إنبات بذوره بممصاته التى تخترق جذور العائل، وتحصل منه على كل ما يلزمها من غذاء. وبعد أن تظهر سيقان الطفيل فوق سطح التربة. فإنه يمكنه القيام بعملية البناء الضوئى بكفاءة تبلغ حوالى ٢٠٪ من كفاءة النبات العادى، ولكنه يظل – على الرغم من ذلك – يحصل على معظم غذائه المجهز من عائله.

يكمل الطفيل دورة حياته وينتج بذوره فى خلال ٦–٨ أسابيع من بزوغ ساقه فوق سطح التربة. وينتج كل نبات ما بين ٢٠٠٠٠، و ٩٠٠٠٠ بذرة حسب النوع، لا يتعدى طول الواحدة منها ٠,٢٥ مم، ويمكن للبذور أن تحتفظ بحيويتها فى التربة لمدة تصل إلى ٢٠ عامًا.

وتعد زراعة الأصناف المقاومة – وهى متوفرة (كما فى الصنف Suvita-2) – أفضل وسيلة لمكافحة هذا النبات المتطفل (Parker & Wilson ١٩٨٦، و Lane & Bailey ١٩٩٢). ولمزيد من التفاصيل عن العدار وطرق مكافحته .. يراجع حسن ٢٠٠٠.

الآفات الحشرية والأكاروسية

تصاب اللوبيا – مثل الفاصوليا – بكل من ذبابة الفاصوليا، والمن، والذبابة البيضاء، والدودة القارضة، ودودة ورق القطن، وصانعات الأنفاق، ودودة قرون اللوبيا، والعنكبوت الأحمر، بالإضافة إلى سوسة اللوبيا.

المن

تتوفر صفة المقاومة للمن فى بعض أصناف اللوبيا كما فى الصنف ICV-1 (Annan وآخرون ١٩٩٦).

دودة قرون اللوبيا

تعرف دودة قرون اللوبيا بالإسم العلمى *Etilla zinckenella*.

تتغذى اليرقات على البراعم الزهرية، فتسقط الأزهار، كما تتغذى على القرون الحديثة العقد، والبذور غير الناضجة. وتعرف الإصابة بوجود ثقوب بالقرون، تخرج منها عصارة نباتية يسوّد لونها.

يبلغ طول الحشرة الكاملة ١,٥ سم وعرضها – بعد فرد الجناحين – ٢,٥ سم. تضع الفراشات بيضها على قرون اللوبيا فرديًا أو فى مجموعات. تفقس اليرقات، وتتجول لفترة قصيرة على القرن، ثم تثقب القرن لتصل إلى البذور، حيث تتغذى عليها. يبلغ طول اليرقة التامة النمو ١,٥ سم، ولونها رمادى فاتح أو سمنى، وعليها أربعة خطوط طولية قرمزية اللون.

تخرج اليرقة التامة النمو عن طريق ثقب تصنعه فى القرن، وتسقط على الأرض، حيث تتعذر فى التربة على عمق ٢–٥ سم داخل شرنقة تصنعها من حبيبات التربة المتماسكة بخيوط حريرية.

وتكافح دودة قرون اللوبيا برش النباتات بأى من: التوكثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل لتر واحد للفدان، والسوميثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ١,٥ لتر للفدان، كما يمكن مكافحتها بيولوجيًا باستعمال الدايبل 2x ٣٢ ألف وحدة بمعدل ٢٠٠ جم/فدان (وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية – ١٩٩٧).

سوسة اللوبيا

تعرف سوسة اللوبيا cowpea bruchid بالإسم العلمى *Callosobruchus maculatus*، وتعد اللوبيا أهم عوائلها، ولكنها يمكن أن تصيب – كذلك – بعض البقوليات الأخرى، مثل فول الصويا، وبسلة بيجون، وبسلة تشك، وغيرهم.

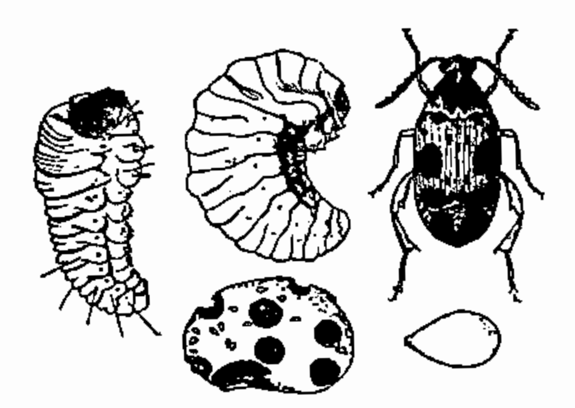
تبدأ الإصابة عادة فى الحقل أو فى المخزن، ويمكن للخنافس (الطور البالغ) أن تطير لمسافة نصف كيلو متر؛ ولذا .. فإن الحقول التى تقع فى حدود هذه المسافة من المخازن يمكن أن تتعرض للإصابة. وبعد إصابة القرون فى الحقل، فإن الحشرة تكمل تطورها داخل البذور فى المخازن.

تضع إناث الخنافس بيضها على القرون، ويمكن للأنثى الواحدة وضع ٩٠ بيضة. كما يمكن وضع البيض على البذور مباشرة فى المخازن. يفقس البيض فى خلال ستة أيام، وتحفر اليرقة طريقها إلى داخل البذرة، حيث تعيش كل حياتها التى تستمر ٢٠ يومًا، ثم تتعذر فى حجرة تصنعها تحت قصرة البذرة مباشرة. يكتمل تكوين العذراء فى خلال سبعة أيام، تتحول بعدها إلى خنفساء كاملة، وهى صغيرة وبنية اللون. وتستغرق دورة حياة الحشرة حوالى ٤–٥ أسابيع (شكل ١١–١).

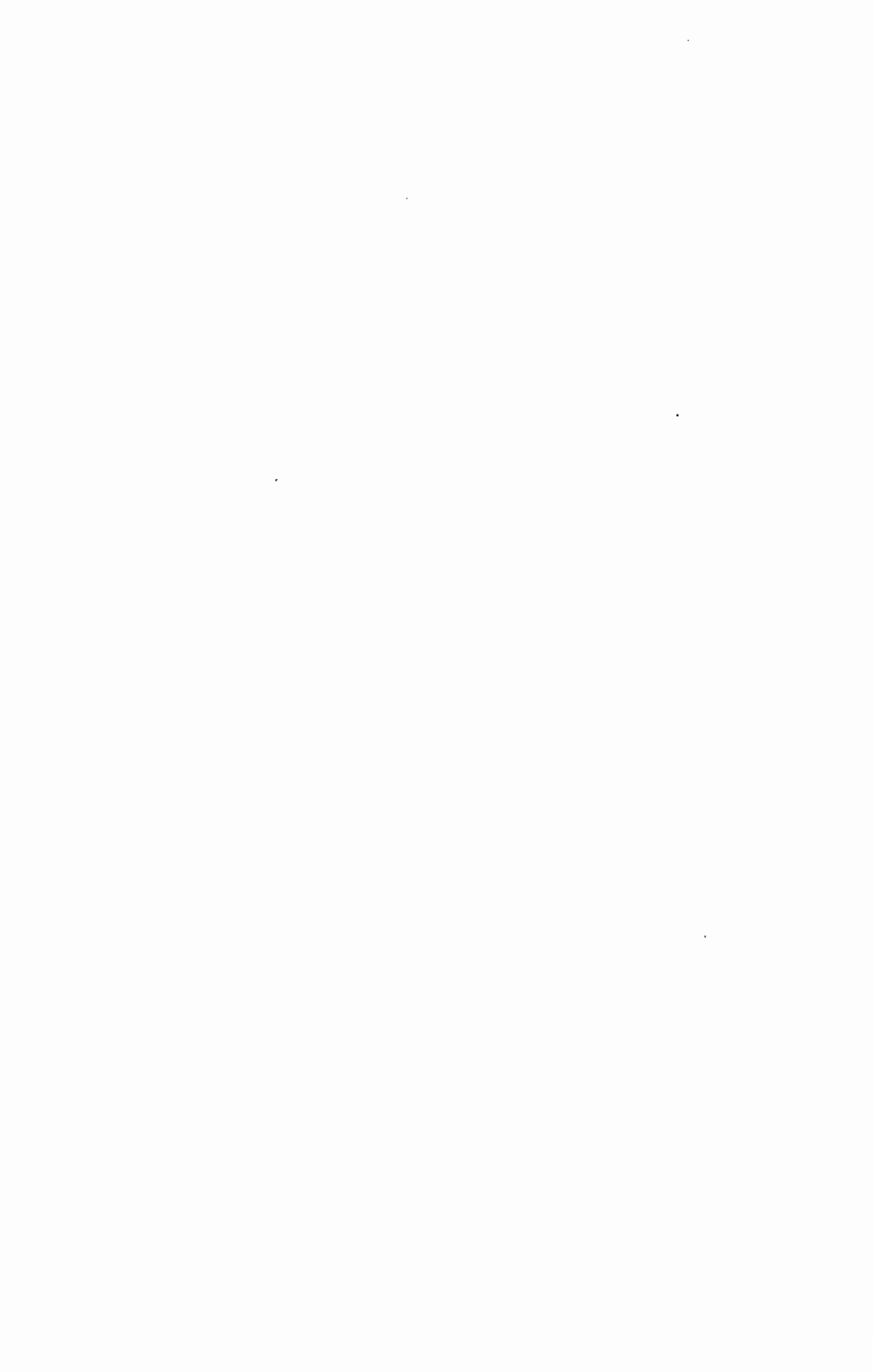
وتكافح الحشرة بمراعاة ما يلى:

١ – ألا تقل المسافة بين حقول الزراعة ومخازن اللوبيا عن نصف كيلو متر.

٢ – تبخير المخازن ببروميد الميثايل (Hill & Waller ١٩٨٨).



شكل (١١–١): سوسة اللوبيا: أطوار الحشرة وأعراض الإصابة على البذور (عن Davidson & Lyon ١٩٧٩).



الفصل الثانى عشر

الفول الرومى

تعريف بالمحصول

يعرف الفول أساسًا بالأسماء broad bean، و fava bean، و faba bean، ويعرف المحصول – عند إنتاج البذور الجافة – بالإسمين field bean، و horse bean. وتعرف جميع أصناف الفول (سواء أكانت من الفول الرومى، أم البلدى، وسواء زرعت لأجل استعمال المحصول الأخضر، أم البذور الجافة) بالإسم العلمى *Vicia faba* L. .

ويزرع من الفول *Vicia faba* أربعة أصناف نباتية، هى كما يلى (عن J. M. Stephens – جامعة فلوريدا – ٢٠٠٠ – الإنترنت).

١ – *V. faba* var. *major*:

تنتمى إلى هذا الصنف النباتى أصناف الفول الرومى broad bean، وهى التى تعرف كذلك بالإسمين Windsor bean، و Straight bean.

٢ – *V. faba* var. *minor*:

تنتمى إلى هذا الصنف النباتى أصناف فول التدميس الشائعة فى العالم العربى، وهى التى تعرف بالأسماء: beck bean، و tick bean.

٣ – *V. faba* var. *equina*:

تنتمى إلى هذا الصنف النباتى أصناف الفول التى تستخدم كعلف للحيوانات، وخاصة الخيل؛ ولذا فإنها تعرف باسم horse bean.

٤ – *V. faba* var. *paucyuga*:

تنتمى إلى هذا الصنف النباتى بعض الأصناف التجارية التى تنتشر زراعتها فى الهند، وتؤكل جافة.

وللتفاصيل المتعلقة بالفول *Vicia faba* من مختلف جوانبه .. يراجع Hebblethwaite (١٩٨٣)، و Hebblethwaite وآخرون (١٩٨٤).

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن موطن الفول الرومى هو إما فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، أو فى وسط أو غرب آسيا. وقد عرفه قدماء المصريين، واليهود، وقدماء الإغريق، والرومان. وللمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الفول الرومى .. يراجع Hedrick (١٩١٩)، و Hawtin & Hebblethwaite (١٩٨٣).

القيمة الغذائية

يوضح جدول (١٢-١) المحتوى الغذائى لبذور الفول سواء أكانت خضراء، أم جافة. ويتضح من الجدول أن البذور الجافة غنية جدًّا بالبروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والريبوفلافين، والنياسين. كما تعد بذوره الخضراء غنة جدًّا بالنياسين، وغنية نسبيًّا بكل من: المواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والريبوفلافين، ومتوسطة فى محتواها من: البروتين، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والثيامين، وحامض الأسكوربيك.

الأهمية الاقتصادية

يزرع الفول الرومى (لأجل إنتاج البذور الخضراء) على نطاق ضيق للغاية فى مصر، إلا أن جانبًا يسيرًا من المساحة المخصصة لإنتاج الفول البلدى – وهو أحد المحاصيل الحقلية الرئيسية فى مصر – تحصد فيه القرون وهى خضراء، وتسوّق كمحصول خضر.

الوصف النباتى

الجذر والساق

الفول الرومى نبات عشبى حولى. يتعمق الجذر الرئيسى للنبات لمسافة متر أو أكثر فى التربة، ويتفرع منه عدد من الجذور الجانبية القوية النمو. الساق قائم متفرع مضلع أجوف، ويتراوح طوله من ٤٥-١٨٠ سم حسب الأصناف.

جدول (١٢-١): المحتوى الغذائى لكل ١٠٠ جم من بذور الفول الرومى الخضراء، والجافة.

العنصر الغذائى	البذور الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٧٢,٣	١١,٩
السعرات الحرارية	١٠٥	٣٣٨
البروتين (جم)	٨,٤	٢٥,١
الدهـون (جم)	٠,٤	١,٧
الكربوهيدرات الكلية (جم)	١٧,٨	٥٨,٢
الألياف (جم)	٢,٢	٦,٧
الرمـاد (جم)	١,١	٣,١
الكالسيوم (ملليجرام)	٢٧	١٠٢
الفوسفور (ملليجرام)	١٥٧	٣٩١
الحـديد (ملليجرام)	٢,٢	٧,١
الصوديوم (ملليجرام)	٤	—
البوتاسيوم (ملليجرام)	٤٧١	—
فيتامين أ (وحدة دولية)	٢٢٠	٧٠
الثيامين (ملليجرام)	٠,٢٨	٠,٥
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠,١٧	٠,٣
النياسين (ملليجرام)	١,٦	٢,٥
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٣٠	—

الأوراق

الورقة مركبة ريشية تتكون من ٢-٦ أزوج من الوريقات، والأوراق متبادلة. والوريقات بيضاوية مطاولة، والوريقة الطرفية متحورة إلى محلاق أثرى. وللورقة أذينتان صغيرتان.

وتتميز أوراق الفول الرومى بوجود غدد رحيقية تحت الأذينات تظل منتجة للرحيق طول فترة النمو الخضرى للنبات، ويزورها العديد من الحشرات – منها النحل – لجمع الرحيق. ويؤدى جمع الرحيق منها إلى إنتاج المزيد من الرحيق فى نفس الغدة (McGregor ١٩٧٦).

الأزهار والتلقيح

تحمل أزهار الفول الرومى فى نورات راسيمية إبطية، تحتوى النورة على ٢-٦ أزهار، ويكون لون الأزهار أبيض مائلاً إلى الرمادى، وتوجد بجناحى الزهرة بقع سوداء. يتكون الكأس من خمس أسدية، ويتكون التويج من العلم، والجناحين، والزورق. أما الطلع .. فيتكون من تسع أسدية ملتحمة، وواحدة سائبة. ويتكون المتاع من كربلة واحدة، ويحتوى المبيض على غرفة واحدة.

ويسود التلقيح الذاتى فى الفول الرومى بسبب انتثار حبوب اللقاح على ميسم الزهرة داخل الزورق، وتقل نسبة التلقيح الخلطى - عادة - عن ١٠٪ (Guen وآخرون ١٩٩٢). هذا .. إلا أن نسبة التلقيح الخلطى تتباين كثيرًا باختلاف الظروف البيئية ومدى النشاط الحشرى. وتتراوح نسبة التلقيح الخلطى فى الفول الرومى - فى المناطق التى يتواجد فيها النحل الطنان (*Bombus* spp.) بين ٢٪، و ٨٤٪، بمتوسط قدره ٣٥٪ (Bond & Poulsen ١٩٨٣). وفى دراسة أجريت على أكثر من ١٠٠ صنف وسلالة من الفول الرومى تراوحت نسبة التلقيح الخلطى بين ١٪، و ٥٥٪ (Metz وآخرون ١٩٩٣).

ويقل محصول البذور كثيرًا عند غياب الحشرات الملقحة، أو عند نقص النشاط الحشرى كما يحدث عند كثرة الأمطار أثناء الإزهار. يزور النحل نباتات الفول الرومى فى وسط النهار لجمع الرحيق من الغدد الموجودة تحت الأذينات. أما زيارة الأزهار .. فتكون غالبًا من الساعة الثانية إلى الرابعة بعد الظهر. ويزور النحل الأزهار لجمع حبوب اللقاح بصفة أساسية، وذلك لأن لسان الحشرة ليس طويلاً بدرجة تكفى لجمع الرحيق من الغدد الرحيقية. وتقوم بعض الحشرات أحيانًا بثقب قاعدة التويج لامتصاص رحيق الزهرة، ويستفيد نحل العسل من هذه الفتحات لامتصاص الرحيق منها أيضًا. ولا تفيد زيارة النحل فى هذه الحالة بالنسبة لعلمية التلقيح. وتكفى عادة خلية نحل واحدة للفدان لكى يكون التلقيح جيدًا (McGregor ١٩٧٦).

ولمزيد من التفاصيل عن موضوع التلقيح والإزهار فى الفول الرومى يراجع Bond & Poulsen (١٩٨٣).

الثمار والبذور

ثمرة الفول الرومى قرن، ويتراوح طولها من ٥-٣٠ سم أو أكثر فى الأصناف المختلفة. والبذرة كبيرة منضغطة لونها بنى، أو رمادى، أو أسود، أو قرمزى، أو أبيض حسب الصنف.

الأصناف

إن معظم الأصناف المعروفة من الفول الرومى فى مصر هى من ذوات القرون العريضة التى تحتوى على عدد قليل من البذور الكبيرة المبططة. وإلى جانب هذه الأصناف التقليدية .. فإن شركات البذور العالمية قد عنيت منذ فترة طويلة بإنتاج أصناف تزرع لأجل استعمال بذورها الخضراء كخضروات، ولكنها لا تختلف عن الفول البلدى (فول التدميس) فى شئ عندما تكون جافة. وفيما يلى بيان بمواصفات بعض الأصناف الهامة من كل مجموعة.

أولاً: الأصناف التقليدية ذات القرون العريضة

من أهم الأصناف المعروفة ما يلى:

١ - القبرصى:

النباتات متوسطة الارتفاع، والقرون عريضة بكل منها ٢-٣ بذور، والبذور الناضجة ذات لون أخضر باهت، وهو صنف مبكر وغزير المحصول، ومن أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة فى مصر.

٢ - ساكس:

النباتات قوية النمو، والقرن طويل نوعًا ما، ويحتوى على ٤-٥ بذور، والبذور الناضجة متوسطة الحجم، لونها أبيض رمادى، وهو من الأصناف التى تنتشر زراعتها فى مصر.

٣ - جمبو Jumbo:

الصنف متوسط التبكير فى النضج. يحتوى القرن على ثلاث بذور عريضة يصل عرضها إلى ٣ سم.

ثانياً: الأصناف ذات القرون الرفيعة والبذور الكثيرة

لا تختلف هذه الأصناف فى مظهرها عن أصناف الفول البلدى التى تزرع لأجل بذورها الجافة، ولكنها تزرع كمحصول أخضر لأجل استعمال بذورها الخضراء. ومن أمثلتها ما يلى:

١ – أكوادولسى Aquadulce:

الصنف مبكر، ويبلغ ارتفاع النبات حوالى ٦٠ سم. يبلغ طول القرن ١٨ سم، ويحتوى القرن على ٨ بذور. لون البذور التى تستهلك طازجة أخضر فاتح، أما البذور الناضجة الجافة فلونها أخضر كريمى (شكل ١٢-١، يوجد فى آخر الكتاب).

٢ – برود امبروفد لونج بض Broad Improved Long Pod:

النمو الخضرى قوى، والعقد جيد، القرون طويلة ورفيعة، وهو صنف غزير المحصول. وقد نجحت زراعته فى محطة أبحاث كلية الزراعة – جامعة القاهرة بالجيزة (بحوث غير منشورة للمؤلف).

٣ – كون آمور Con Amore:

النبات متوسط الارتفاع وكثير التفريع، والقرون طويلة مستقيمة تقريبًا يبلغ طولها ٢٠ سم، وتحتوى على ٥-٦ بذور صغيرة، وتحمل على النبات وهى متجهة لأسفل (شكل ١٢-٢، يوجد فى آخر الكتاب).

٤ – أوبتيكا Optica:

النبات متوسط الطول، ومبكر جدًا، والقرون متوسطة الطول تحتوى على ٤ بذور، والبذور صغيرة، وتحمل القرون على النبات وهى متجهة لأعلى.

التربة المناسبة

تجود زراعة الفول الرومى فى الأراضى الطميية. كما تنجح زراعته فى الأراضى الطميية الرملية، والطميية الطينية، إلا أن النباتات تتجه نحو النمو الخضرى فى الأراضى العالية الخصوبة، ويكون ذلك على حساب النمو الزهرى والثمرى. ولا تجوز زراعة الفول الرومى فى الأراضى الموبوءة بالهالوك.

وقد أدت الملوحة العالية إلى ضعف النموين الجذرى والخضرى، ولكن مع إحداث زيادة فى نسبة النمو الجذرى إلى النمو الخضرى، وتأثرت عقد الرايزوبيم الجذرية سلبيًا بالملوحة العالية، وكان أعلى مستوى للملوحة تحملته نباتات الفول الرومى هو ٥٠ مللى مول من كلوريد الصوديوم فى المحاليل المغذية (Cordovilla وآخرون ١٩٩٤، و ١٩٩٥).

تأثير العوامل الجوية

يحتاج الفول الرومى إلى جو بارد معتدل لإنتاج محصول غزير ذى نوعية جيدة. وأنسب مجال حرارى يبلغ ٢٠°م نهارًا، و ١٧°م ليلاً بالنسبة للنباتات الصغيرة، و ١٧°م نهارًا، و ١٤°م بدءًا من مرحلة الإزهار وتكوين القرون. يؤدى الصقيع إلى سقوط الأزهار والقرون الصغيرة، وتشاهد هذه الظاهرة خلال شهر يناير فى مصر، وذلك حينما تنخفض درجة الحرارة ليلاً إلى تحت الصفر أحيانًا، كما يؤدى الجو الحار الجاف إلى ضعف العقد أحيانًا. ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى سرعة نضج القرون.

وتستجيب نباتات الفول كميًا للفترة الضوئية، فيكون إزهار معظم الأصناف أسرع فى النهار الطويل، ويقل تأثير الفترة الضوئية على الأصناف المبكرة التى تكون سريعة الإزهار بطبيعتها. كما توجد أدلة على أن ارتباع النباتات على درجة حرارة ١٤°م يسرع من إزهارها (George ١٩٨٥).

طرق التكاثر والزراعة

يتكاثر الفول الرومى بالبذور التى تزرع فى الحقل مباشرة، وتتراوح كمية التقاوى اللازمة لزراعة فدان من ٣٠-٥٠ كجم، ويتوقف ذلك على حجم بذور الصنف المزروع، ومسافة الزراعة. ويفضل استخدام البذور الكبيرة الحجم من كل صنف كتقاو لأنها تعطى عند إنباتها بادرات قوية، ونباتات قوية النمو عالية المحصول.

تعامل التقاوى قبل زراعتها ببكتيريا العقد الجذرية، وذلك ببلها بقليل من الماء ثم نثر التحضير التجارى للبكتيريا عليها وتقليبها. تترك البذور فى الظل بعد ذلك لحين

جفافها، ثم تزرع بعد جفافها مباشرة. ويتخصص – على الفول الرومى – نفس النوع الذى يتعايش مع البسلة والعدس، وهو *Rhizobium leguminosarum* biovar. *viciae*.

تحضر الأرض للزراعة بحرثها مرتين متعامدتين، وتسميدها بمعدل ٢٠م^{3} من السماد البلدى للفدان، وتخطط إلى خطوط بعرض ٦٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢ خطًا فى القصبتين). تكون الزراعة على الريشة الشمالية أو الغربية حسب اتجاه التخطيط، وفى جور – فى الثلث العلوى من الخط – تبعد عن بعضها بمسافة ٢٥–٣٠ سم، وعلى عمق ٤–٥ سم، مع وضع ٢–٣ بذور بكل جورة. وتجرى الزراعة بإحدى الطريقتين التاليتين:

١ – الزراعة العفير:

تزرع البذرة الجافة فى أرض جافة، ثم يروى الحقل. وهى تتبع مع الفول الرومى فى جميع أنواع الأراضى، وتعد الطريقة الوحيدة المناسبة للزراعة فى الأراضى الرملية الخفيفة.

٢ – الزراعة الحراثى:

تزرع البذرة الجافة فى أرض سبق ريها، ثم تركت لفترة حتى وصلت رطوبتها إلى نحو ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية (حتى أصبحت مستحرثة). وتوضع البذور على العمق المناسب، ثم تغطى بالثرى الرطب، ثم بالتراب الجاف. لاتتبع هذه الطريقة إلا فى الأراضى التى تحتفظ برطوبتها، ويوصى باتباعها فى الجو البارد.

مواعيد الزراعة

يزرع الفول الرومى من منتصف أكتوبر فى مصر الوسطى والعليا إلى منتصف نوفمبر فى شمال الوجه البحرى. ويؤدى التبكير فى الزراعة – عن هذه المواعيد – إلى تعرض النباتات لحرارة عالية غير مناسبة، وإلى رطوبة عالية فى المناطق الشمالية تؤدى إلى إصابتها بالصدأ والتبقع البنى.

عمليات الخدمة

الترقيع والخف

ترقع الجور الغائبة، وتجرى عملية الخف قبل رية المحاياة، أو الرية الأولى بعد اكتمال الإنبات. ويكون الخف على نباتين بالجورة.

العزق

يجرى العزق مرتين أو ثلاث مرات للتخلص من الحشائش، مع نقل جزء من تراب الريشة غير المزروعة (البطالة) إلى الريشة المزروعة (العمَّالة) حتى تصبح النباتات فى منتصف الخط تقريبًا مع العزقة الأخيرة.

الرى

يكون رى الفول الرومى بطريقة الغمر السطحى، ذلك لأنه من الصعب إنتاج المحصول بنظام الرى بالتنقيط لأسباب اقتصادية، أو بنظام الرى بالرش بسبب انتشار الأمراض واحتمال سقوط الأزهار.

تعطى النباتات رية المحاياة – عادة – بعد ٢–٣ أسابيع من الزراعة. وتطول الفترة بين الريات فى بداية حياة النبات، ثم تروى النباتات بانتظام واعتدال بعد ذلك. ويفضل إجراء الرى كلما تصل الرطوبة الأرضية إلى ٥٠٪ من السعة الحقلية، وأن يكون الرى فى الصباح الباكر.

يؤثر الرى على قوة النمو الخضرى قبل الإزهار، ومن ثم .. فإنه يؤثر على كمية المحصول. وأحرج الفترات التى تحتاج فيها النباتات لتوفير الرطوبة الأرضية هى أثناء الإزهار وعقد القرون. ولكن زيادة الرى عما ينبغى تؤدى إلى غزارة النمو الخضرى، وزيادة حالات سقوط الأزهار والقرون الحديثة العقد، ونقص المحصول (Dantuma & Grashoff ١٩٨٤). كذلك يؤدى الإفراط فى الرى إلى زيادة فرصة الإصابة بالصدأ والتبقع البنى فى شهرى فبراير ومارس، مع زيادة احتمالات الإصابة بأعفان الجذور.

التسميد

أعراض نقص العناصر

يمكن إيجاز أعراض نقص مختلف العناصر الضرورية للنبات، فيما يلى (عن Peat ١٩٨٣).

١ – النيتروجين:

يؤدى نقص النيتروجين – فى غياب عقد الرايزوبيم الجذرية – إلى اصفرار الأوراق وتقزم النباتات.

٢ – البوتاسيوم:

يؤدى نقص البوتاسيوم إلى تقزم النمو، وقصر السلاميات، واحتراق حواف الأوراق.

وقد ظهرت أعراض نقص البوتاسيوم عندما انخفض محتوى العنصر فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية السابعة إلى الثامنة عن ١,٣–١,٥٪ فى أحداث الأوراق المكتملة التكوين، أو عن ١,١٠–١,٢٪ فى أنصال الورقتين الأولى والثانية اللتان تليان أحدث الأوراق المكتملة التكوين، أو عن ١,٨–٢,٠٪ فى كل النمو الخضرى للنبات (Aini & Tang ١٩٩٨).

٣ – الكالسيوم:

يؤدى نقص الكالسيوم إلى تقزم النمو، وتشوه القمم النامية والأوراق الصغيرة، وضعف عقد القرون، وذبول القرون المتكونة وتلونها مبكرًا باللون الأسود.

وأدى نقص الكالسيوم – وخاصة بداية من بعد الإزهار – إلى ظهور صبغات بنية بالبذور، وازداد ظهور هذه الصبغات بنقص نسبة الكالسيوم إلى البوتاسيوم فى المحاليل المغذية، ومع نقص البورون وزيادة النيتروجين الأمونيومى (Ikeda وآخرون ١٩٩٩).

٤ – المغنيسيوم:

يؤدى نقص العنصر إلى اصفرار أنصال الأوراق بين العروق بداية من الأوراق السفلى للنبات.

٥ – الفوسفور:

تكون سيقان النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور قصيرة ورفيعة، وتكون الأوراق شاحبة اللون، وتحمل قائمة وتموت مبكرًا، ويقل الإزهار.

٦ – الكبريت:

يؤدى نقص العنصر إلى تقزم واصفرار الأوراق.

٧ – الحديد:

يؤدى نقص الحديد إلى اصفرار الأوراق العليا للنبات، وظهور بقع بنية ضاربة إلى الحمرة على سطح الأوراق وحوافها، تتحول تدريجيًا إلى اللون الأسود.

٨ – المنجنيز:

يؤدى نقص المنجنيز إلى اصفرار المساحات بين العروق فى الأوراق، وظهور بقع قاتمة أو فجوات بالبذور.

٩ – البورون:

يؤدى نقص البورون إلى نقص النمو بوضوح، وخاصة الأوراق القريبة من القمة النامية، كذلك تموت الأنسجة الميرستيمية النشطة؛ مما يؤدى إلى نمو الفروع الجانبية إلى أن تموت هى الأخرى بدورها.

وقد أدى نقص البورون إلى نقص نمو الساق، وموت البرعم الطرفى أحيانًا، وتجعد الأوراق الحديثة، وزيادة سمكها وظهورها بلون أخضر ضارب إلى الزرقة، كما ظهر اصفرار غير منتظم بين العروق فى الورقة قبل سقوطها. كذلك سقطت البراعم الزهرية دون أن تتفتح. وكان التركيز المثالى للبورون فى النبات هو ٢٥–١٠٠ ميكروجرام من العنصر/جم من المادة النباتية الجافة. وقد كان عقد البذور شديد الحساسية لنقص العنصر. كذلك أدت زيادة البورون عن المدى المناسب إلى ظهور أعراض التسمم على صورة اصفرار بالأوراق المكتملة التكوين، واحتراق بحوافها، ثم موت النبات كله (Poulain & Al-Mohammad ١٩٩٥).

١٠ – الزنك:

يؤدى نقص الزنك إلى سرعة سقوط الأوراق خلال مرحلة الإزهار، وسقوط الأزهار.

١١ – النحاس:

يؤدى نقص النحاس إلى فقد صبغات الأزهار.

١٢ – الموليبدنم:

يؤدى نقص الموليبدنم إلى بهتان لون الأوراق، واحتراق حوافها، وذبولها. وغالبًا ما تظهر تلك الأعراض عند نمو النباتات من بذور بها نقص فى الموليبدنم فى تربة بها – كذلك – نقص فى العنصر.

١٣ – الكوبالت:

يعد الكوبالت هامًا لنشاط عقد الرايزوبيم الجذرية.

برنامج التسميد

يوصى بتسميد الفول الرومى فى مصر على النحو التالى:

أولاً: فى الأراضى الخصبة:

يكون تسميد الفول الرومى فى الأراضى الخصبة بمعدل حوالى ٤٠ كجم نيتروجينا، و ٣٠ وحدة فوسفور (أى ٣٠ كيلو جرام P_2O_5)، و ٥٠ وحدة بوتاسيوم (أى ٥٠ كجم K_2O) للفدان. يضاف الفوسفور (حوالى ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات أحادى للفدان) قبل الزراعة، أما النيتروجين والبوتاسيوم فإنهما يضافان على دفعتين متساويتين تكون أولاهما (حوالى ١٠٠ كجم سلفات نشادر + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم) بعد تمام الإنبات وقبل الرى مباشرة، بينما تكون الأخرى (حوالى ٦٠ كجم نترات نشادر + ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم) عند بداية التزهير وقبل الرى مباشرة كذلك، وعلى أن يكون التسميد سرًّا فى بطن الخط، وأن يردّم عليه بالعزيق.

ثانيًا: فى الأراضى الرملية:

يضاف حوالى ١٥م^3 سمادًا بلديًّا، و ٥م^3 زرق دواجن للفدان، مع ١٥ كجم N (٧٥ كجم سلفات نشادر)، و ٤٥ كجم P_2O_5 (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى)، و ١٥ كجم K_2O (٣٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم) للفدان، وتكون إضافتها نثرًا.

يضاف أثناء النمو النباتى نحو ٦٠ كجم N على صورة نترات نشادر، و ٦٠ كجم K_2O على صورة سلفات بوتاسيوم للفدان، وتكون إضافة الأسمدة أسبوعيًّا بطريقة السر إلى جانب النباتات، مع مراعاة التدرج فى كميات الأسمدة المضافة من كل عنصر سمادى، إلى أن تصل إلى أقصى معدلاتها بعد نحو شهرين وثلاثة شهور من الإنبات بالنسبة لعنصرى النيتروجين، والبوتاسيوم، على التوالى، وأن يتوقف التسميد بهذه العناصر قبل موسم الحصاد بنحو أسبوعين.

كما يلزم الاهتمام بالتسميد بالعناصر الدقيقة رشًّا كل حوالى ثلاثة أسابيع.

توفير الملقحات

أدى توفير النحل إلى زيادة نسبة القرون العاقدة فى العقد السفلى والوسطية من

النبات، وكذلك عدد البذور فى القرون، ولكنها لم تؤثر فى محصول البذور الجافة التى كانت أكبر حجمًا عند عدم توفر النحل (Hebblethwaite وآخرون ١٩٨٤). ويعنى ذلك أن توفير النحل يؤدى إلى زيادة محصول القرون الخضراء، على الرغم من أنه لا يؤثر فى محصول البذور الجافة.

الفسيولوجى

التأثير الفسولوجى للملوحة العالية

يؤدى تعرض نباتات الفول الرومى للملوحة العالية (١٠٠ مللى مول من كلوريد الصوديوم) إلى إحداث زيادة كبيرة فى تركيز البرولين فى عقد الرايزوبيم الجذرية، ويعتقد بأن لذلك علاقة بحفظ التوازن فى الضغط الأسموزى بين أنسجة الجذور والبيئة المحيطة بها (Trinchant وآخرون ١٩٩٨).

التأثير الفسيولوجى لنقص الرطوبة الأرضية

تزداد حساسية نباتات الفول الرومى لنقص الرطوبة الأرضية خلال المرحلة المبكرة لتكوين القرون، مقارنة بتأثيرها خلال مرحلتى التهيئة للإزهار والإزهار؛ ففى الحالة الأولى حدث نقص قدره ٥٠٪ فى كل من دليل الحصاد ومحصول البذور، بينما تمكنت النباتات من استعادة نموها فى الحالتين الأخرتين. وقد أدى النقص الرطوبى إلى نقص الجهد المائى فى الأوراق، ونقص المساحة الورقية بسبب الذبول، وفقد الأوراق لقدرتها على النمو، ونقص توصيل الثغور، وانخفاض معدل البناء الضوئى (Mwanamwenge وآخرون ١٩٩٩).

ويؤدى توفر الكالسيوم إلى زيادة قدرة نباتات الفول الرومى على تحمل ظروف الجفاف. وقد أوضح Abdel-Basset (١٩٩٨) أن الجفاف أثر سلبيًا على الأغشية البروتوبلازمية، وأدى إلى زيادة التسرب الأيونى، ولكن توفر الكالسيوم حدَّ من هذا التأثير السلبى للجفاف.

التأثير الفسيولوجى لزيادة الرطوبة الأرضية

على أن الرغم من أن تعرض نباتات الفول الرومى للشدِّ الرطوبى يقلل المحصول، فإن

زيادة الرطوبة الأرضية تؤدى إلى زيادة النمو الخضرى على حساب النمو الثمرى؛ فيزداد دليل المساحة الورقية Leaf Area Index أكثر مما ينبغى، ويزداد النبات طولاً، وتفشل القرون السفلى فى العقد وينخفض دليل الحصاد Harvest Index (Dantuma & Grashoff ١٩٨٤).

المعيشة التعاونية مع بكتيريا الرايزوبيم

أدت معاملة بذور الفول الرومى بخليط من بكتيريا العقد الجذرية *R. leguminosarum* bv. *viceae* مع بعض السلالات من أى من النوعين البكتيريتين *Azotobacter chroococcum*، و *A. vinelandii* إلى إحداث زيادة جوهرية فى تكوين عقد الرايزوبيم الجذرية، والنمو النباتى، ونشاط إنزيم النيتروجينيز nitrogenase بالجذور خلال مرحلة الإزهار (Rodelas وآخرون ١٩٩٩).

سقوط الأزهار

يعد تساقط أزهار الفول من الظواهر الفسيولوجية الهامة التى تؤثر سلبيًا فى المحصول.

وتتأثر تلك الظاهرة بعديد من العوامل، كما يلى:

١ – يؤدى الإفراط فى الرى إلى زيادة تساقط الأزهار.

٢ – يؤدى نقص الرطوبة الأرضية – خلال مرحلة الإزهار – إلى زيادة التساقط، وخاصة عندما يحدث الشد الرطوبى قبل تفتح الأزهار.

٣ – تؤدى المنافسة على الغذاء المُصنع بين النموات الخضرية والنموات الثمرية – وكذلك بين القرون العاقدة عند العقد السفلية للنبات، وتلك العاقدة عند العقد العلوية، وبين القرون الأولى فى العقد عند كل عقدة، وتلك التى تليها فى العقد – إلى تساقط الأزهار؛ حيث تزيد الظاهرة كلما تعرضت الأزهار غير العاقدة لمنافسة قوية على الغذاء. ومما يؤيد ذلك أن التظليل يزيد من معدلات تساقط الإزهار (Gates وآخرون ١٩٨٣، و Stoddard ١٩٩٣).

الحصاد والتداول والتخزين

تحصد قرون الفول الرومى عندما تصل البذور إلى حجمها الكامل وهى مازالت خضراء.

وتخزن قرون الفاصوليا الخضراء على حرارة ٤-٧°م، ورطوبة نسبية ٩٥٪.

الأمراض والآفات ومكافحتها

الأمراض التى تصيب الفول فى مصر

يصاب الفول الرومى بالعديد من مسببات الأمراض، والهالوك (وهو نبات زهرى متطفل)، والحشرات، والعنكبوت الأحمر.

وقد ذكر Ziedan (١٩٨٠) القائمة التالية من الأمراض التى تصيب الفول الرومى فى مصر:

المرض	المسبب
تبقع الأوراق البنى	*Botrytis fabae*
تبقع الأوراق الألترنارى	*Alternaria tenuis*
تبقع أوراق استيمفيللم	*Stemphylium botryosum*
أعفان الجذور	*Fusarium oxysporum* f. *solani* & *Rhizoctonua solani*
الصدأ	*Uromyces viciae-fabae*
النيماتودا المتحوصلة	*Heterodera* spp.
نيماتودا تقرح الجذور	*Pratylenchus* spp.
النيماتودا الكلوية	*Rotylenchulus* spp.
نيماتودا تعقد الجذور	*Meloidogyne* spp.
فيرس موزايك الفول الرومى الحقيقى	Broad bean true mosaic virus
فيرس ذبول الفول الرومى	Broad bean wilt virus

الأمراض والآفات التى تنتقل عن طريق البذور

يذكر George (١٩٨٥) قائمة بمسببات الأمراض والآفات التى تنتقل عن طريق البذور فى الفول الرومى، كما يلى:

المرض	المسبب
Ascochyta leaf and pod spot تبقع أسكوكيتا	*Ascochyta fabae*
Chocolate spot التبقع البنى	*Botryis fabae*
Anthraconse الأنثراكنوز	*Colletotrichum lindemuhianum*
Fusarium الفيوزاريم	*Fusarium* spp.
Net blotch التلطخ الشبكى	*Pleospora herbarum (= Stemphylium botryosum)*
Rust الصدأ	*Uromyces viciae-fabae*
فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر	Bean yellow mosaic virus
فيرس ذبول الفول الرومى	Board bean wilt virus
فيرس موزايك البسلة الذى ينتقل بطريق البذور	Pea seed-borne mosaic virus
Stem eelworm نيماتودا الساق	*Ditylenchus dipsaci*

الصدأ

يسبب الفطر *Uromyces viciae-fabae* مرض الصدأ rust فى الفول، والبسلة، والعدس، وبسلة الزهور. ينتشر المرض على الفول فى مصر، وتشتد الإصابة فى مصر الوسطى والدلتا، بينما تكون قليلة فى جنوب مصر العليا. ويبدأ ظهور المرض عادة فى أواخر شهر يناير، وتبلغ ذروته فى شهرى مارس وأبريل قرب نهاية موسم النمو.

الأعراض

تظهر الأعراض أولاً على سطحى الورقة، ثم تنتشر على أعناق الأوراق، والسيقان، والثمار. وتكون البثرات اليوريدية – فى بادئ الأمر – على شكل بقع بنية محدبة قليلاً فاتحة اللون تحاط بهالة صفراء. وتتفتح هذه البثرات بعد فترة، وتنتشر منها الجراثيم اليوريدية. وتتكون البثرات التيليتية فى نهاية الموسم. وهى تظهر على الأوراق، إلا أنها تكثر على السيقان، وتكون ذات لون بنى قاتم ضارب إلى السواد. وتؤدى الإصابة إلى سقوط الأوراق وتقزم النباتات (شكل ١٢–٣، يوجد فى آخر الكتاب).

إن ظهور إصابة بالصدأ تزيد عن ٥٪ من مساحة النموات الخضرة الوسطية أو السفلية للنبات خلال منتصف مرحلة الإزهار تعنى احتمال زيادة المرض إلى الحالة

الوبائية قبل انتهاء موسم الحصاد، ويؤدى الرش – حينئذٍ – بالمبيدات إلى الحد من شدة تطور المرض (Sache & Zadoks ١٩٥٥).

الظروف المناسبة للإصابة

يعتقد بأن الجراثيم اليوريدية تعيش فى مصر بين المواسم المحصولية على بقايا النباتات، وقد تبدأ الإصابة بواسطة الجراثيم اليوريدية التى تحملها الرياح من بلدان أخرى، وتشتد الإصابة عند ارتفاع الرطوبة الجوية، وتساعد على ذلك المغالاة فى الرى.

ويتراوح المجال الملائم لإنتاج الجراثيم اليوريدية، وإنباتها، وحدوث العدوى من ١٦–٢٢°م، إلا أنه يمكنها الإنبات فى حرارة تتراوح بين ٥، و ٢٦°م. ولابد من توفر غشاء مائى للجراثيم لكى يمكنها الإنبات. وفى حرارة ٢٠°م تزداد نسبة إنبات الجراثيم بزيادة فترة تواجد الغشاء المائى مقارنة بالإنبات فى حرارة ٤°م. وقد وجد أن الأشعة تحت الحمراء (٧٠٠–٨٠٠ مللى ميكرون) تثبط إنبات الجراثيم، ولكن هذا التأثير يختفى بعد التعرض لنحو ٤٠ دقيقة من الإظلام (Joseph & Hering ١٩٩٧).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٢ – إعدام المخلفات النباتية بعد موسم الحصاد.

٣ – التبكير فى الزراعة.

٤ – تجنب الزراعة الكثيفة.

٥ – الاعتدال فى الرى بعد السدة الشتوية.

٦ – الرش الوقائى بالبلانتافاكس ٣٠، بمعدل ٣٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو بالبايكور بمعدل ٧٠ مل/١٠٠ لتر ماء، أو بالكوبرافيت ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٣٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، مع استعمال ٤٠٠ لتر من محلول الرش. وتلزم نحو ٣–٤ رشات لوقف انتشار المرض.

كذلك يفيد الرش الوقائى ضد التبقع البنى فى الوقاية من الصدأ.

التبقع البنى

المسبب

يسبب الفطر *Botrytis fabae* مرض التبقع البنى brown spot (أو chocolate spot) فى الفول الرومى، ويعد المرض من أخطر أمراض الفول فى مصر.

الأعراض

يبدأ ظهور أعراض الإصابة فى شهر ديسمبر، فى شمال الدلتا، وتبلغ الأعراض ذروتها فى شهرى يناير وفبراير، وتكون على الأوراق السفلية أولاً، ثم تنتشر على الأوراق العلوية، كما تكون على كلا سطحى الورقة، ولكنها تزداد على السطح العلوى. وتأخذ الإصابة شكل بقع مختلفة الأشكال والأحجام، يتراوح قطرها من ١–٥ مم، وذات لونٍ بنى ضارب إلى الحمرة، يتدرج إلى البنى مع تقدم الإصابة (شكل ١٢–٤، يوجد فى آخر الكتاب). وبعد ذلك تصبح حافة البقعة أشد دكنة فى اللون من وسطها، وقد تلتحم بعض البقع معًا.

وقد تظهر الإصابة على أعناق الأوراق. والساق على شكل بقع مستطيلة بنية اللون. وقد تمتد الإصابة إلى القرون؛ فتظهر عليها بقع بنية إلى داخل القرن حتى تصل إلى قصرة البذرة. كما تصاب الأزهار والثمار الحديثة العقد فى الحالات الشديدة؛ فيتغير لونها إلى الأسود ثم تموت.

ويعتقد أن اللون البنى المميز للإصابة بهذا المرض يرجع إلى تحويل الفطر لمركب التيروسين الموجود بشكل طبيعى فى أنسجة النبات إلى مركب الميلانين ذى اللون البنى.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فيما بين المواسم المحصولية فى التربة على صورة أجسام حجرية صلبة صغيرة سوداء لا يتعدى قطرها ملليمتر واحد، أو على هيئة ميسيليوم مترمم على بقايا النباتات. وتبدأ الإصابة بعد الزراعة بإنبات الأجسام الحجرية، حيث يتكون منها ميسيليوم يحمل جراثيم الفطر الكونيدية التى تنتقل إلى النباتات السليمة بواسطة الهواء والأمطار.

تناسب المرض درجة حرارة تتراوح من ١٥–٢٠°م، ولابد من توفر غشاء مائى رقيق على سطح النبات حتى تنبت جراثيم الفطر. وتساعد الرطوبة العالية على سرعة انتشار الإصابة. ويعتقد أن جميع العوامل الأرضية التى تؤدى إلى إضعاف النبات (مثل: الملوحة العالية، وقلوية التربة بدرجة ضارة، وارتفاع منسوب الماء الأرضى) تساعد أيضًا على زيادة حدة الإصابة بالمرض.

المكافحة

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – جمع وحرق بقايا النباتات المصابة.

٢ – تأخير الزراعة فى المناطق الشمالية التى تشتد فيها الإصابة حتى الأسبوع الأول من شهر نوفمبر، وذلك حتى لا تتعرض النباتات للإصابة الشديدة أثناء الإزهار وعقد الثمار.

٣ – اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٤ – الاعتدال فى الرى خاصة بعد السدة الشتوية.

٥ – الاعتناء بالتسميد خاصة التسميد البوتاسى، والفوسفاتى (العروسى وآخرون ١٩٨٧، وروبرتس وبوثرويد ١٩٨٦).

٦ – الرش الوقائى – وكذلك العلاجى – بالمبيدات.

يستعمل فى مكافحة المرض كلا من: البينوميل benomyl (مثل البنليت Benlate)، والكاربندازيم carbendazim (مثل البافستين Bavistin)، والكلوروثالونيل chlorothalonil (مثل برافو ٥٠٠ Bravo 500)، والإبروديون iprodione (مثل الروفرال Rovral Flo) (Parry ١٩٩٠).

ومكن الوقاية من المرض برش النباتات بالدياثين م٤٥، بمعدل ٢٥٠ جم لكل ١٠٠ لتر ماء، أورونيلان + ترايتون ب ١٩٥٦ (وهى مادة لاصقة)، بمعدل ٢٠٠ جم من الأولى، و ٥٠ مل من الثانية لكل ١٠٠ لتر ماء. يبدأ الرش من منتصف شهر يناير، ويكرر فى أول ومنتصف شهر فبراير. يستعمل فى كل رشة من ٦٠٠–٨٠٠ لتر من

محلول الرش حسب حالة النمو النباتى. ويراعى تخفيض الضغط المستعمل فى الرش عندما تكون النباتات فى طور التزهير. ويعد ذلك وقاية مشتركة لكل من التبقع البنى والصدأ (وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٥).

كذلك يستعمل فى مكافحة المرض كلا من اليوبارين ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل، بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، ويكرر الرش كل أسبوعين، والكوبرافيت Cupravit ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل؛ بمعدل ٣٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، والكوبوكس Cobox ٥٠٪، بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

وأعطى الرش بمخلوط من البنليت مع الكلوروثالونيل أفضل مكافحة للمرض (El-Fiki ١٩٩٤).

٧ – المكافحة الحيوية:

أمكن مكافحة المرض برش نباتات الفول بأى من معلق جراثيم الفطر *Penicillium chrysogenum* أو براشح مزارع الفطر ذاته، ووجد أن مستخلص مزارع الفطر باستعمال خلات الإيثايل منع نمو جراثيم الفطر فى المختبر بنسبة ٩٥,٧٪ (Jackson وآخرون ١٩٩٤).

كما أمكن مكافحة الفطر *B. fabae* تجريبيًّا بالمعاملة بأى من الفطرين *Penicillum brevicompactum* (العزلتان MX1. L32، و MX1. L34)، أو *Cladosporum cladosporioides* (العزلة MB2. F45)، أو براشح بيئتيهما (Jackson وآخرون ١٩٩٧).

تبقع أوراق أسكوكيتا

المسبب

يسبب الفطر *Ascochyta fabae* مرض تبقع الأوراق leaf spot فى الفول الرومى. وقد انتشر المرض عالميًّا بواسطة البذور المصابة.

الأعراض

يبدأ ظهور أعراض الإصابة على البادرات النامية – من بذور مصابة – على صورة بقع مطاولة يصل طولها إلى سنتيمتر تكون حوافها بنية ومركزها رمادى. تتكون هذه

البقع فى البداية فى قمة الوريقات وعلى حوافها، ثم تنتشر تدريجيًا نحو مركزها (شكل ١٢–٥، يوجد فى آخر الكتاب). كما تظهر بقع مطاولة بنية اللون على ساق النبات وتؤدى إلى إضعافه ورقاده (شكل ١٢–٦، يوجد فى آخر الكتاب)، ويصاب النبات كله فى الحالات الشديدة. وتظهر بالبذور المصابة بقع دائرية بنية أو سوداء اللون، وتكون البذور مجعدة وصغيرة الحجم.

تؤدى الإصابة بالفطر إلى تقليل فترة بقاء الأوراق فى حالة نشطة، وتقليل الاستفادة من الضوء الساقط، ونقص تكوين المادة الجافة، ومن ثم نقص المحصول (Madeira وآخرون ١٩٩٤).

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب المرض حرارة تتراوح بين ٢٢، و ٢٥°م، ولكن المدى الحرارى الممكن لإنبات الجراثيم يتراوح بين ١٤، و ٣٢°م (Cook ١٩٧٨).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – استعمال بذور معتمدة لا تزيد فيها نسبة الإصابة عن ٠,٢٪.

٢ – معاملة البذور بالبينوميل أو الثيرام.

٣ – الرش بالمبيدات النحاسية، أو بالثيرام، أو بالكابتان عند بداية ظهور الإصابة، كما يفيد الرش باليوبارين Euparen ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، مع تكرار الرش كل أسبوعين.

البياض الدقيقى

يسبب الفطران *Erysiphe polygoni*، و *Leveillula taurica* مرض البياض الدقيقى فى الفول الرومى.

تظهر أعراض الإصابة على الأوراق على صورة مساحات صغيرة من النمو الفطرى الأبيض اللون على السطح العلوى للأوراق، تنتشر تدريجيًا إلى أن تغطى كل المسطح الورقى (شكل ١٢–٧، يوجد فى آخر الكتاب). ومع تقدم الإصابة يتغير لون المساحات الورقية المصابة إلى اللون البنى.

ولمزيد من التفاصيل عن المرض ومكافحته .. يراجع الموضوع تحت البسلة.

البياض الزغبى

يسبب الفطر *Peronospora viciae* (سابقًا: *P. pisi*) مرض البياض الزغبى فى الفول الرومى.

وللتفاصيل الخاصة بالمرض ومكافحته .. يراجع الموضوع تحت البسلة.

الذبول الفيوزارى

يسبب الذبول الفيوزارى فى الفول الرومى الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *avenaceum*.

تؤدى الإصابة بالذبول الفيوزارى إلى اصفرار الأوراق، ثم ذبولها واكتسابها لونًا أسود،كما تصبح الأنسجة الوعائية – فى كل من الجذر والجزء العلوى من الساق – بنية إلى سوداء اللون.

ولمزيد من التفاصيل عن المرض ومكافحته .. يراجع الموضوع تحت المحاصيل البقولية السابقة.

عفن الجذور الفيوزارى

يسبب الفطر *Fusarium solani* sp. *fabae* مرض عفن الجذور الفيوزارى فى الفول الرومى.

ولمزيد من التفاصيل عن المرض ومكافحته .. يراجع الموضوع تحت الفاصوليا.

الأمراض الفيروسية

فيروسات الفول الرومى التى سجلت فى مصر

أجرى Makkouk وآخرون (١٩٩٤) حصرًا للإصابات الفيروسية فى الفول فى مصر تبين منه أن اكثر الفيروسات تواجدًا (كنسبة مئوية من ٢٤٨٣ عينة فحصت فى عام ١٩٩٣، و ١١٦٦ عينة أخرى تم فحصها فى عام ١٩٩٤) كانت كما يلى:

الفيرس	١٩٩٣ (٪ من العينات)	١٩٩٤ (٪ من العينات)
• فيرس تحلل واصفرار الفول الرومى		
Faba Bean Necrotic Yellows Virus	٥٠,٦	٦٢,١
• فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر		
Bean Yellow Mosaic Virus	٢٤,٥	٣١,٢
• فيرس ذبول الفول الرومى		
Broad Bean Wilt Virus	٤,٦	٢,٠
• فيرس التفاف أوراق الفاصوليا		
Bean Leaf Roll Virus	١,٠ >	١,٧
• فيرس موزايك الخيار		
Cucumber Mosaic Virus	١,٠ >	—
• فيرس موزايك البرسيم الحجازى		
Alfalfa Mosaic Virus	١,٠ >	٢,٥
• فيرس موزايك البسلة المنقول بالبذور		
Pea Seed-Borne Mosaic Virus	—	١,١٠

كذلك تمكن El-Afifi & El-Dougdoug (١٩٩٧) من تمييز ثلاثة فيروسات تنتقل ميكانيكيًّا وتصيب الفول فى مصر، وهى:

- فيرس تحلل الفول الرومى — Broad bean necrosis virus
- فيرس ذبول الفول الرومى — Broad bean wilt virus
- فيرس تبرقش الفول الرومى — Broad bean mottle virus

فيروسات أخرى تصيب الفول الرومى

من بين أهم الفيروسات الأخرى التى تصيب الفول الرومى – غير تلك التى أسلفنا بيانها، ما يلى:

١ – فيرس تلون البسلة البنى المبكر Pea early browning viurs.

٢ – فيرس تبرقش البسلة والنموات السطحية Pea enation virus، وهو الذى يسبب المرض المعروف باسم موزايك الفول الرومى broad bean mosaic. وتظهر الأعراض مبكرة

على صورة تبرقشات محددة غير منتظمة الشكل أو المساحة، وتكون عادة قريبة من العروق فى الورقة.

٣ – فيرس تبرقش البسلة pea mosaic virus، وهو أيضًا أحد مسببات مرض موزايك الفول الرومى. وتظهر الأعراض على صورة تبرقشات صفراء وخضراء.

٤ – فيرس صبغ الفول الرومى Broad Bean Stain Virus، وفيه تحاط البذور المصابة بحزام ذى لون بنى قاتم، وينتقل الفيرس بواسطة البذور وحشرتى: *Apion vorax*، و *Sitona lineatus*.

٥ – فيرس تبرقش الفول الرومى الحقيقى Broad Bean True Mosaic Virus، وهو يتشابه مع فيرس صبغ الفول الرومى فى الأعراض وطرق الانتقال.

٦ – فيرس ذبول الفول الرومى الوعائى Broad Bean Vascular Wilt Virus، ينتقل هذا الفيرس بواسطة عدة أنواع من المنّ منها *Myzus persicae*، ولاينتقل بواسطة البذور (عن Dixon ١٩٨١).

فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر

يعتبر فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر من أكثر الفيروسات التى تصيب الفول الرومى انتشارًا.

تتميز الإصابة بظهور موزايك وتبرقش بالأوراق، مع تجعدها واستطالتها، وقد تموت أحيانًا الأوراق بالجزء العلوى من النبات، كما تؤدى الإصابة إلى تقزم النباتات.

ينتقل الفيرس بواسطة البذور (Sasaya وآخرون ١٩٩٣) وبعدة أنواع من المنّ، تتضمن *Aphis fabae*، و *Myzus persicae*، و *Macrosiphum euphorbiae*، كما ينتقل الفيرس ميكانيكيًّا بسهولة.

ويكافح الفيرس بمراعاة ما يلى:

١ – استخدام بذور غير مصابة فى الزراعة.

٢ – زراعة الأصناف المقاومة، علمًا بأن مصادر المقاومة متوفرة (Makkouk & Kumari ١٩٩٥).

فيرس موزايك البسلة المنقول بالبذور

ينتقل فيرس موزايك البسلة المنقول بالبذور pea seed-borne mosaic virus بكفاءة عالية بواسطة البذور، كما ينتقل ميكانيكيًا، وتختلف أصناف الفول الرومى فى شدة إصابتها بالفيرس (Fagbola وآخرون ١٩٩٦).

فيرس اصفرار وتحلل الفول الرومى

ينتقل فيرس اصفرار وتحلل الفول الرومى Broad Bean Necrotic Yellows Virus بواسطة عدة أنواع من المنّ، وهو فيرس متبق persistent. ومن أهم أنواع المن النقالة له: *Aphis craccivora*، و *Acyrthosiphon pisum* (Franz وآخرون ١٩٩٨).

فيرس تحلل الفول الرومى

يصاب الفول الرومى فى مصر بفيرس تحلل الفول الرومى broad bean necrosis virus. وقد وجد Kassab & El-Dougdoug (١٩٩٤) أن الإصابة بالفيرس تحد من الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور، وأن الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور تحد – كذلك – من الإصابة بالفيرس، على الرغم من أن تواجدهما معًا يحدث أضرارًا أشد بالنبات من الإصابة المنفردة بأى منهما.

النيماتودا

إن أهم أنواع النيماتودا التى تصيب الفول، هى:

١ – نيماتودا الساق stem nematode، وتعرف بالاسم العلمى *Ditylenchus dipsaci*.

٢ – نيماتودا حويصلات البسلة pea cyst nematode، وتعرف بالاسم العلمى *Heterodera goettingiana*.

٣ – نيماتودا تعقد الجذور root knot nematode التى تتبع الجنس *Meloidogyne*.

تعد نيماتودا تعقد الجذور قليلة الأهمية فى الفول نظرًا لأن المحصول يزرع وينتج فى المواسم الباردة المعتدلة، وهى لا تناسب الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور التى تحتاج إلى جو دافئ لتكاثرها.

وبالمقارنة .. تعد نيماتودا الساق – التى تعرف منها عدة سلالات – من آفات الفول الهامة فى معظم مناطق زراعة الفول فى العالم، بما فى ذلك منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط (Sharma وآخرون ١٩٩٤)، ولكن ذلك لا ينطبق على مصر.

يناسب الإصابة بنيماتودا الساق حرارة تتراوح بين ١٥، و ٢٠°م، والرطوبة النسبية العالية، والأمطار، والضباب، وكثرة الندى، والرى بالرش.

ويمكن للنيماتودا أن تتحمل ظروف الجفاف، وأن تبقى لسنوات عديدة فى التربة فى غياب العائل، أو فى البذور فى المخازن.

تؤدى الإصابة إلى حدوث تشوهات شديدة بالنمو النباتى، وتورمات بالساق، وتحلل بالأجزاء الهوائية للنبات (Sharma وآخرون ١٩٩٤).

الهالوك

تعريف بالآفة

يعتبر الهالوك broomrape من النباتات الزهرية (كاسيات البذور) المتطفلة، وهو يتبع الجنس *Orobanche*، والعائلة الهالوكية ويوجد منه نحو ١٢٠ نوعًا تنتشر فى معظم أنحاء العالم، وتصيب العديد من النباتات، أهمها: البقوليات، والطماطم، والبطاطس، والكرنب، والتبغ. ومن أهم الأنواع التى توجد فى مصر: *O. aegyptiaca*، و *O. ramosa*، و *O. crenata*. ويعرف الأخير باسم هالوك الفول، ويعد من أهم آفات الفول فى حوض البحر الأبيض المتوسط.

يتكون النبات من ساق أرضية شحمية تحمل شمراخًا سميكًا، يظهر فوق سطح التربة، ويحمل أزهارًا كثيرة العدد تميل إلى الاصفرار (شكل ١٢-٨، يوجد فى آخر الكتاب)، وأوراقه مختزلة إلى حراشيف صغيرة. وقاعدة الشمراخ الزهرى متدرنة، تخرج منها جذور صغيرة متحورة إلى ممصات، وهى التى تخترق جذور العائل بها لتمتص منها الغذاء.

وثمار الهالوك علبة تحتوى على عدة مئات من البذور الصغيرة البنية اللون. تسقط هذه البذور فى التربة، وتنتشر بواسطة الرياح، وتحتفظ بحيويتها لمدة طويلة قد تصل إلى ١٦ سنة، ولاتنبت إلا فى وجود العائل، فإن لم تجده فإنها تبقى ساكنة.

بذور الهالوك صغيرة للغاية، حيث يحتوى كل جرام واحد منها على حوالى ٢٧٠٠٠٠ بذرة، وينتج نبات الهالوك الواحد ما بين ٤٠٠٠٠، و ٥٠٠٠٠٠ بذرة.

مظاهر الإصابة والضرر

تحدث الإصابة عندما تكون بذرة الهالوك على مسافة لا تزيد عن ٤ مم عن جذر أحد العوائل المناسبة، حيث تصلها مواد منبهة للإنبات تفرزها جذور العائل. وتتجه البذرة بعد إنباتها مباشرة نحو تكوين ممص يخترق جذر العائل، ويتصل بحزمه الوعائية، ويمتص منه الغذاء. ويعقب ذلك مباشرة تكون جسم كروى على سطح جذور العائل فى منطقة اتصال الممص بالجذور، يعرف باسم tubercules، ثم ينمو هذا الجسم الكروى تدريجيًّا إلى أن يصل قطره إلى ١-٢ سم، وتتكون عليه حراشيف ورقية هى أصل الشمراخ الزهرى لنبات الهالوك، كما تظهر عليه بثرات صغيرة تعطى ممصات أخرى، تتصل بدورها بجذور العائل. ويعقب ذلك استطالة الجسم الكروى ليكون شمراخًا زهريًّا أو عدة شماريخ زهرية. وبمجرد نمو هذه الشماريخ فوق سطح الأرض .. تتفتح عليها الأزهار، وتخصب، وتنضج البذور فى فترة وجيزة. ويحدث ذلك غالبًا عندما يكون العائل فى مرحلة الإزهار (العروسى وآخرون ١٩٨٦، وروبرتس وبوثرويد ١٩٨٦).

وعلى الرغم من أن نمو سيقان الهالوك فوق سطح التربة يواكب مرحلة إزهار الفول، إلا أن معظم الضرر يكون قد حدث قبل ذلك؛ حيث يكون الطفيل قد امتص بالفعل قدرًا كبيرًا من الغذاء من نبات الفول ليكوّن أجسامه الكروية (الـ tubercules) (Cubero ١٩٨٣).

المكافحة

تعتبر مكافحة الهالوك أمرًا صعبًا، ولكن يمكن التخفيف من حدة الإصابة بمراعاة ما يلى:

١ – غمر الأرض الموبوءة بالهالوك بالماء لعدة أسابيع.

٢ – بسترة التربة بالطاقة الشمسية soil solarization.

٣ – اتباع دورة زراعية مناسبة يدخل فيها نبات الكتان الذى ينبه إنبات بذور الهالوك دون أن يصاب به، ونبات الأرز الذى قد يفيد فى المكافحة بسبب غمر الأرض

لفترة طويلة. وقد وجد Abou-Salama (١٩٩٥) أن وجود الكتان، أو القصب فى الدورة يفيد فى مكافحة الهالوك.

٤ – زراعة النباتات الصائدة مثل الكتان، حيث تؤدى هذه النباتات إلى تنبيه بذور الهالوك وإنباتها، ثم تحرث فى التربة قبل أن يتكون جيل جديد من البذور.

٥ – زراعة الأصناف المقاومة وهى متوفرة، وتعد تلك أفضل الطرق.

٦ – اتباع الطرق الزراعية المناسبة للتخفيف من حدة الإصابة، مثل: العناية بالتسميد لتشجيع النمو، وتخفيف الأثر الضار للهالوك، والتبكير أو التأخير فى الزراعة لتجنب الفترات المناسبة لإنبات بذور الهالوك.

٧ – نزع نباتات الهالوك يدويًا، ولكن هذه الطريقة مكلفة، وغير اقتصادية، وغير فعّالة. كما أنها تؤدى إلى انتزاع العائل مع نبات الهالوك.

٨ – المكافحة بالمبيدات:

يعتبر مبيد جلايفوسيت glyphosate – مثل الروند أب Round up – من أهم مبيدات الهالوك. تجرى المعاملة برش نباتات الفول مباشرة بالمبيد – بعد الزراعة – بنحو ٢–٤ أسابيع، ويكفى نحو ١٠٠ جم من المادة الفعالة للهكتار. وتؤدى هذه المعاملة إلى موت نباتات الهالوك، وهى فى بداية مرحلة تطفلها دون أن تؤثر على محصول الفول. ويجب أن تقلع عينات من نباتات الفول أولاً للتأكد من بداية إرسال الفول لمصاته – قبل أن يظهر على سطح التربة – ليمكن إجراء الرش فى الوقت المناسب.

كما يعد مبيد بروناميد pronamide من المبيدات العالية الكفاءة فى مكافحة الهالوك فى حقول الفول، وهو يستعمل رشًا على سطح التربة بعد ٣–٥ أسابيع من زراعة الفول (Parker & Wilson ١٩٨٦).

وأفاد كثيرًا فى مكافحة الهالوك نقع بذور الفول لمدة خمس دقائق فى محلول بتركيز ٠,٠١–٠,١٪ من أى من مبيدى الحشائش imazethapyr، أو imazapyr، أو بتغليف البذور بأى منهما بمعدل ٢٠–٤٠ جم/١٦٠ كجم من البذور. لم تؤثر تلك المعاملات على إنبات بذور الفول أو نمو النباتات، ولكنها أدت إلى مكافحة الهالوك بنسبة ٦٠–٨٠٪. وأدت معاملة البذور بالـ imazethapyr، ثم رش النباتات بعد الإنبات بفترة بالـ

imazapyr – بمعدل خمسة جرامات فقط للهكتار – إلى مكافحة الهالوك بنسبة ٩٥٪ (Jurado-Exposito وآخرون ١٩٩٧).

٩ – المكافحة الحيوية باستعمال فطريات أو حشرات تصيب نباتات الهالوك دون أن تؤثر على العائل، مثل: فطر *Sclerotium orobanche*، و *Fusarium orobanche*، وحشرتى: *Agrotis* sp.، و *Phytozoma orobanchia*.

الحامول

على الرغم من أن بعض أنواع الحامول *Cuscuta* spp. (مثل: *C. campestris*، و *C. trifolii*، و *C. europaea*) يمكنها التطفل على الفول، إلا أنها لا تعد من الآفات الرئيسية للفول.

ويكافح الحامول بسهولة بواسطة البروناميد pronamide (Cubero ١٩٨٣).

الآفات الحشرية

يصاب الفول الرومى بعديد من الآفات الحشرية التى تصيب – كذلك – الخضر البقولية الأخرى، والتى أسلفنا بيان أضرارها وطرق مكافحتها.

الدودة القارضة - المن - التربس

تراجع هذه الآفات وطرق مكافحتها تحت الخضر البقولية الأخرى.

أبو دقيق الفول أو دودة قرون البقوليات

تتغذى يرقات هذه الحشرة على البذور غير الناضجة فى قرون الفول الرومى، والفاصوليا، واللوبيا، والترمس، ولون الحشرة الكاملة (الفراشة) أزرق قرمزى من جهة السطح العلوى. تتغذى اليرقات على الأوراق، وتكافح برش النباتات قبل أن تدخل اليرقات فى القرون بالسيفين أو بالجاردونا بتركيز ٠,٤٪.

ذبابة أوراق الفول

تصنع يرقات هذه الذبابة أنفاقًا خيطية بالسطح العلوى لأوراق الفول والبسلة. ويبلغ طول الحشرة الكاملة الصغيرة حوالى ٢ مم. وهى تكافح بنفس المبيدات المستخدمة فى

مكافحة ذبابة الفاصوليا، والتي سبقت مناقشتها ضمن آفات الفاصوليا (حماد وعبدالسلام ١٩٨٥).

خنفساء الفول الكبيرة

تصيب هذه الحشرة الفول، واللوبيا، والفاصوليا، والبسلة، والعدس في الحقل، وهي لا تتوالد في المخازن. يبلغ طول الحشرة الكاملة نحو ٤ مم، وهي سوداء اللون، تضع الإناث بيضها على أزهار النباتات، وبعد الفقس .. تصيب اليرقة مبيض الزهرة، أو القرون الحديثة العقد، وتتغذى على البذور المتكونة. وتعذّر اليرقات داخل البذور، وتخرج الحشرة الكاملة أثناء تخزين البذور، ثم تتفرق بعد ذلك لتبيت شتويًا إما فى الحقول بين الحشائش، أو تبقى في المخازن فى انتظار المحصول الجديد لتصيبه فى الحقل عندما يكون على وشك النضج.

وتكافح الحشرة برش النباتات عند بداية تزهيرها وقبل وضع البيض بالملاثيون أو بالميثوكسيكلور بمعدل ١,٥ كجم من المادة الفعالة للفدان.

خنفساء الفول الصغيرة

تصيب هذه الحشرة الفول، واللوبيا، والفاصوليا، والبسلة، والعدس، ويستمر تكاثرها في المخازن؛ مما يزيد من ضررها عن خنفساء الفول الكبيرة. وقد تصاب البذرة بأكثر من حشرة واحدة، لذا .. قد يُرى أكثر من ثقب بها خاصة فى نهاية الموسم. والحشرة الكاملة أصغر قليلاً من خنفساء الفول الكبيرة، ولونها بنى. وتكافح الإصابة الحقلية بنفس طريقة مكافحة خنفساء الفول الكبيرة. أما إصابات المخازن .. فإنها تكافح بالاعتناء بنظافة المخزن، مع تدخين البذور بغاز ثانى كبويتور الكربون بمقدار ٢٠ سم^3/م^3 من فراغ المخزن لمدة ٢٤ ساعة. ويجب كذلك فحص البذور المخزونة من آن لآخر حتى يمكن اتخاذ الإجراءات العلاجية فى وقت مبكر.

العنكبوت الأحمر

للتفاصيل المتعلقة بالعنكبوت الأحمر، وأضراره، وطرق مكافحته .. يُراجع الموضوع تحت محاصيل الخضر الأخرى.

مصادر الكتاب

الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٨٣). إنتاج الخضر وتسويقها. القاهرة – ٤٢٢ صفحة.

الإدارة المركزية لشئون البساتين والمحاصيل الحقلية – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (٢٠٠٠). إحصائيات المساحة المزروعة، وإنتاج الخضر فى جمهورية مصر العربية لعام ١٩٩٩ – (غير منشورة).

الإدارة المركزية للبساتين – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى (١٩٩٤). إنتاج وتداول الفاصوليا – ٥١ صفحة.

استينو، كمال رمزى، وعز الدين فراج، ومحمد عبدالمقصود محمد، ووريد عبدالبر وريد، وأحمد عبدالمجيد رضوان، وعبدالرحمن قطب جعفر (١٩٦٣) إنتاج الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ١٣١٠ صفحة.

استينو، كمال رمزى، وعزالدين فراج، ووريد عبدالبر وريد، وأحمد عبدالمجيد راضوان، وعبدالرحمن قطب جعفر، ومحمد عبدالعزيز عبدالفتاح (١٩٦٤). نباتات الخضر، وأصنافها. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٢١٦ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨). تكنولوجيا إنتاج الخضر. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٧٢٥ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨). الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى والممارسات الزراعية والحصاد والتخزين. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة ٤٩٦ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠٠). الأساليب الزراعية المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٥٨٦ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠١). القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٣٣٠ صفحة.

حماد، شاكر محمد، وأحمد لطفى عبدالسلام (١٩٨٥). الحشرات الاقتصادية فى مصر والعالم العربى، دار المريخ للنشر – الرياض – ٥٥٥ صفحة.

حمدى، سعيد، وزيدان السيد عبدالعال، وعبدالعزيز محمد خلف الله، ومحمد عبداللطيف الشال، ومحمد محمد عبدالقادر (١٩٧٣). الخضر. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٦٢٣ صفحة.

روبرتس، دانيال أ، وكارل و بوثرويد (١٩٨٦). أساسيات أمراض النبات. ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرين. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٥٢٣ صفحة.

سرور، مصطفى، ومحمد بيومى على، ومحمد عبدالبديع (١٩٣٦). الخضروات فى مصر. مطبعة مصر – القاهرة – ٤٤٠ صفحة.

عبدالسلام، أحمد لطفى (١٩٩٣). الآفات الحشرية فى مصر والبلاد العربية وطرق السيطرة عليها – الجزء الثانى: الآفات الحشرية التى تصيب بساتين الخضر والفاكهة والزينة. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٧٨١ صفحة.

العروسى، حسين، وسمير ميخائيل، ومحمد على عبدالرحيم (١٩٨٧). أمراض النبات. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٥٥٨ صفحة.

مرسى، مصطفى على، وأحمد المربع (١٩٦٠). نباتات الخضر – الجزء الثانى: زراعة نباتات الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٧١٥ صفحة.

مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية (١٩٩٩). زراعة وإنتاج الفاصوليا للتصدير. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية – ٨٤ صفحة.

نصار، سيد، وفهمى عبدالمنعم، وإبراهيم أحمد محفوظ، وصفوت عزمى دوس (١٩٨٢). البسلة. الإرشاد الزراعى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية.

وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٨٥). برنامج مكافحة الآفات موسم ١٩٨٥/٨٤ – ٢٥٩ صفحة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية (١٩٩٧). برنامج مكافحة الآفات الزراعية – ١٧٢ صفحة.

Abdel-Basset, R. 1998. Calcium channels and membrane disorders induced by drought stress in *Vicia faba* plants supplemented with calcium. Acta Physiologiae Plantarum 20(2): 149-153.

Abou-Salama, A. M. 1995. Utilization of crop rotation for the control of *Orobanche crenata* Forsk. Assuit J. Agric. Sci. 26(1): 245-252.

Aggour, A. R., D. P. Coyne, A. K. Vidaver, and K. M. Eskridge. 1989. Transmission of the common blight pathogen in bean seed. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(6): 1002-1008.

Ahenkora, K., H. K. Adu-Dapaah, A. Asafo-Adjei, J. N. Asafu-Agyei, J. Adjei, and E. Y. O. Konadu. 1998. Protein productivity and economic feasibility of dual-purpose cowpea. HortScience 33(7): 1160-1162.

Ahmed, F. E., A. E. Hall, and M. A. Madore. 1993. Interactive effects of high temperature and elevated carbon dioxide concentration on cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Plant, Cell and Environment 16(7): 835-842.

Aini, N. and C. Tang. 1998. Diagnosis of potassium deficiency in faba bean and chick pea by plant analysis. Australian Journal of Experimental Agriculture 38(5): 503-509.

Ali, A. and J. W. Randles. 1998. The effects of two pathotypes pf pea seed-borne mosaic virus on the morphology and yield of pea. Australasian Plant Pathology 27(4): 226-233.

Al-Kaisi, M. M., A. F. Berrada, and M. W. Stack. 1999. Dry bean yield response to different irrigation rates in southwestern Colorado. J. Prod. Agric. 12(3): 422-427.

Al-Sheikh, A. A. and A. M. Al-Darby. 1996. The combined effect of soil gel-conditioner and irrigation water quality and level on: II. Growth, productivity and water use efficiency of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in sandy soils. Arab Gulf Journal of Scientific Research 14(3): 767-793.

Andrade, G., R. Azcón, and G. J. Bethlenfalvay. 1995. A rhizobacterium modifies plant and soil responses to mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. Applied Soil Ecology 2(3): 195-202.

Annan, I. B., G. A. Schaefers, and W. M. Tingey. 1996. Impact of density of *Aphis craccivora* (Aphididae) on growth and yield of susceptible and resistant cowpea cultivars. Annals of Applied Biology 128(2): 185-193.

Antonelli, F., D. Grifoni, F. Sabatini, and G. Zipoli. 1997. Morphological and physiological responses of bean plants to supplemental UV radiation in a Mediterranean climate. Plant Ecology 128(1/2): 127-136.

Arjona-Berral, A., J. Mesa-Garcia, and L. Garcia-Torres. 1988. Herbicide control of broomrape in peas and lentils. FAO Plant Prot. Bull. 36(4): 175-178.

Armstrong, E. L., J. S. Pate, and D. Tennant. 1994. The field pea crop in south Western Australia-patterns of contrasting morphology and growth habit. Aust. J. Plant Phys. 21(4): 517-532.

Arthey, V. D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths. London. 228 p.

Arumingtyas, E. L. and I. C. Murfet. 1994. Flowering in *Pisum:* a further gene controlling response to photoperiod. J. Hered. 85(1): 12-17.

Asgrow Seed Company. 1977. Seed for today: Descriptive catalog of vegetable varieties No. 22. 152 p.

Aziz, N. H., M. Z. El-Fouly, A. A. El-Essawy, and M. A. Khalaf 1997. Influence of bean seedling root exudates on the rhizosphere colonization by *Trichoderma lignorum* for the control of *Rhizoctonia solani.* Botanical Bulletin of Academia Sinica 38(1): 33-39. (c. a. Rev. Plant Path. 76: 6431, 1997).

Bahovic, M., A. Bulajic, G. Delibasic, S. Milijic, and D. Todorovic. 1997. Role of bean seed in transmitting bean common mosaic virus and cucumber mosaic virus. Acta. Horticulturae No. 462: 253-258.

Baird, L. M. and K. J. Caruso. 1994. Development of root nodules in *Phaseolus vulgaris* inoculated with *Rhizobium* and mycorrhizal fungi. International Journal of Plant Sciences 155(6): 633-639.

Bankole, S. A. and A. Adebanjo. 1998. Efficacy of some fungal and bacterial isolates in controlling wet rot disease of cowpea caused by *Pythium aphanidermatum.* Journal of Plant Protection in the Tropics 11(1): 37-43.

Barbosa, M. A. G., S. J. Michereff. R. L. R. Mariano, and E. Maranhao. 1995. Biocontrol of *Rhizoctonia solani* in cowpea by seed treatment with fluorescent *Pseudomonas* spp. (In Portuguese with English Summary). Summa Phytopathologica 21(2): 151-157. (c. a. Rev. Plant Path. 76: 2930; 1997).

Bashir, M. and R. O. Hampton. 1993. Natural occurrence of five seedborne cowpea viruses in Pakistan. Plant Disease 77(9): 948-951.

Bay, A. P. M., A. G. Taylor, and M. C. Bourne. 1995. The influence of water activity on three genotypes of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in relation to mechanical damage resistance. Seed Science and Technology 23(3): 583-593.

Beebe, S., C. Cardona, O. Diaz, F. Rodriguez, E. Mancia, and S. Ajquejay. 1993. Development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines resistant to the bean pod weevil, *Apion godmani* Wagner, in Centeral America. Euphytica 69: 83-88.

Benlloch, M., M. A. Ojeda, J. Ramos, and A. Rodriquez-Navarro. 1994. Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in bean plants. Plant and Soil 166(1): 117-123.

Bianchini, A. 1999. Resistance to bean golden mosaic virus in bean genotypes. Plant Dis. 83(7): 615-620.

Bigirimana, J., G. de Meyer. J. Poppe, Y. Elad, and M. Hofte. 1997. Induction of systemic resistance on bean (*Phaseolus vulgaris*) by *Trichoderma harzianum*. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Univesiteit Gent 62(3b): 1001-1007. (c. a. Rev. Plant Path. 77: 6537; 1998).

Binnie, R. C. and P. E. Clifford. 1999. Sink characteristics of reproductive organs of dwarf bean in relation to likelihood of abscission. Crop Science 39(4): 1077-1082.

Bliss, F. A. 1993. Breeding common bean for improved biological nitrogen fixation. Plant and Soil 152(1): 71-79.

Bochow, H. and K. Gantcheva. 1995. Soil introductions of *Bacillus subtilis*

as biocontrol agent and its population and activity dynamic. Acta Horticulturae No. 382: 164-172.

Boland, G. J. 1997. Stability analysis for evaluating the influence of environment on chemical and biological control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) of bean. Biological Control 9(1): 7-14.

Bolanos, L., E. Esteban, C. de Lorenzo, M. Fernandez-Pascual, M. R. de Felipe, A. Garate, and I. Bonilla. 1994. Essentiality of boron for symbiotic dinitrogen fixation in pea (*Pisum sativum*) rhizobium nodules. Plant Physiology 104(1): 85-90.

Bond, A. D. and M. H. Poulsen. 1983. Pollination, pp. 77-101. In: P. D. Hebblethwaite. (ed.). The faba bean (*Vicia faba* L.): a basis for improvement. Butterworths, London.

Bowers, J. H. and J. L. Parke. 1993. Epidemiology of *Pythium* damping-off and *Aphanomyces* root rot of peas after seed treatment with bacterial agents for biological control. Phytopathology 83(12): 1466-1473.

Bretag, T. W., P. J. Keane, and T. V. Price. 1995. Effect of *Ascochyta* blight on the grain yield of field peas (*Pisum sativum* L.) grown in southern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 35(4): 531-536.

Brunner, B. R. and J. S. Beaver. 1989. Estimation of outcrossing of the common bean in Puerto Rico. HortScience 24(4): 669-671.

Buckley, B., III and K. C. Pee. 1995. Row spacing affects yield of machine-harvested, green-mature southerpeas. HortScience 30(7): 1373-1374.

Buescher, R. W. and K. Adams. 1979. Influence of packaging and storage on quality of pre-snipped and cut snap beans. Arkansas Farm Res. 28(4): 14.

Buescher, R. W. and J. Henderson. 1977. Reducing discoloration and quality deterioration in snap beans (*Phaseolus vulgaris*) by atmospheres enriched with CO_2. Acta Horticulturae 62: 55-59.

Buescher, R. W., C. Reitmeier, and W. A. Sistrunk. 1974. Association of phenylalanine ammonia lyase, catecholase, peroxidase, and total

phenolic content with brown-end discoloration in snap bean pods. HortScience 9: 585.

Burdman, S., J. Kigel, and Y. Okon. 1997. Effects of *Azospirillum brasilense* on nodulation and growth of common bean *(Phaseolus vulgaris* L.). Soil Biology & Biochemistry 29(5/6): 923-929.

Burnside, O. C., M. J. Wiens, N. H. Krause, S. Weisberg, E. A. Ristau, M. M. Johnson, and R. A. Sheets. 1998. Mechanical and chemical weed control systems for kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technology 12(1): 174-178.

Burton, V. E., S. Humphrey, and W. Johnson. 1984. Insect and spider mite control program for beans. Univ. Calif., Div. Agr. Natural Res., Leaflet 21386. 12 p.

Buttery, B. R., C. S. Tan, and S. J. Park. 1994. The Effects of soil compaction on nodulation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Canadian Journal of Plant Science 74(2): 287-292.

Cachorro, P., A. Ortiz, and A. Cerda. 1993a. Growth, water relations and solute composition of *Phaseolus vulgaris* L. under saline conditions. Plant Science (Limerick) 95(1): 23-29.

Cachorro, P., A. Ortiz, and A. Cerda. 1993b. Effects of saline stress and calcium on lipid composition in bean roots. Phytochemistry 32(5): 1131-1136.

Cano, M. P., M. Monreal, B. de Ancos, and R. Alique. 1997. Controlled atmosphere effects on chlorophylls and carotenoids changes in green beans (*Phaseolus vulgaris* L., cv Perona), pp. 46-52. In: M. E. Saltveit (ed.). International Controlled Atmosphere Research Conference. University of California, Davis, California.

Cardoso, J. E., S. A. G. Silva, and E. E. Marques. 1997. Chemical and biological control of bean root rots. (In Portuguese with English Summary). Fitopatologia Brasileira 22(1): 39-44. (c. a. Rev. Plant Path. 77: 2106; 1997).

Cary, J. W. and S. E. Lindow. 1986. The effect of leaf water variables on ice nucleating *Pseudomonas syringae* in beans. HortScience 21: 1417-1418.

Centurion, M. A. P. C. and H. Kimati. 1994a. Selection and identification of antagonistic microorganisms to bean rust (*Uromyces phaseoli*). (In Portuguese with English Summary). Summa Phytopathologica 20(3/4): 174-178. (c. a. Rev. Plant Path. 75(2): 1037; 1996).

Centurion, M. A. P. C. and H. Kimati. 1994b. Biological control of the bean rust with antagonistic bacteria. (In Portuguese with English Summary). Summa Phytopathologica 20(3/4): 179-183. (c. a. Rev. Plant Path. 75(2): 1039, 1996).

Centurion, M. A. P. C., H. Kimati, and G. T. Pereira. 1994. Mechanisms of action of antagonists selected for the biological control of bean rust (*Uromyces phaseoli* (Reben.) Wint.). (In Portuguese with English simmary). Cientifica (Jaboticabal) 22(2): 163-175. (c. a. Rev. Plant Path. 76(4): 2900; 1997).

Chauhan, R. S. and B. M. Singh. 1994. Effect of different duration of leaf wetness on pea rust development. Plant Disease Research 9(2): 200-201. c. a. Rev. Plant Path. 75(6): 3831, 1999.

Chen, M. H. and J. W. Huang. 1994. Factors affecting seed transmission of leaf blight pathogen of garden peas, *Mycosphaerella pinodes*. (In Chinese). Plant Prot. Bull (Taipei) 36(3): 189-200. Rev. Plant Path. 76(12): 9776, 1997.

Chiatante, D. and P. Brusa. 1994. Increase of the content of QP47 (a desiccation-associated nuclear protein) in embryo cells during maturation of pea seeds. Seed Science Research 4(4): 421-429.

Chupp. C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N. Y. 693 p.

Climax Molybdenum Company. 1956. Molybdenum deficiency symptoms in crops. N. Y. 8 p.

Cobley, L. S. and W. M. Steele. 1976. (2nd ed.). An introduction to botany of tropical crops. Longman, N. Y. 371 p.

Cook, A. A. 1978. Diseases of tropical and subtroical vegetables and other plants. Hafner Pr., N. Y. 381 p.

Corbiere, R., B. Gelie, V. Molinero, D. Spire, and V. K. Agrarwal. 1994.

Investigations on seedborne nature of *Mycosphaerella pinodes* in pea seeds. Seed Research 22(1): 26-30.

Cordovilla, M. P., F. Ligero, and C. Lluch. 1994. The effect of salinity on N fixation and assimilation in *Vicia faba*. J. Exp. Bot. 45(279): 1483-1488.

Cordovilla, M. P., A. Ocana, F. Ligero, and C. Lluch. 1995. Growth and macronutrient contents of faba bean plants: effects of salinity and nitrate nutrition. J. Plant Nutrition 18(8): 1611-1628.

Cordovilla, M. del, S. I. Berrido, F. Ligero, and C. Lluch. 1999. *Rhizobium* strain effects on the growth and nitrogen assimilation in *Pisum sativum* and *Vicia faba* plant growth under salt stress. Journal of plant Physiology 154(1): 127-131.

Costa, M. A. C., J. K. Brecbt, S. A. Sargent, and D. J. Huber 1994. Tolerance of snap beans to elevated CO_2 levels. Proc. Florida State Hort. Soc. 107: 271-273.

Costa, W. A. J. M. de, M. Becher, and S. Scbubert. 1997. Effects of water stress on nitrogen fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of the National Science Council of Sri Lanka 25(2): 83-94.

Craufurd, P. Q. and T. R. Wheeler. 1999. Effect of drought and plant density on radiation interception, radiation-use efficiency and partitioning of dry matter to seed in cowpea. Experimental Agriculture 35(3): 309-325.

Craufurd, P. Q., E. H. Roberts, R. H. Ellis, and R. J. Summerfield. 1996. A stability analysis of time to flowering as a screen for responsiveness to temperature and photoperiod in cowpea (*Vigna unguiculata*). Euphytica 88: 77-84.

Craufurd, P. Q., M. Subedi, and R. J. Summerfield. 1997. Leaf appearance in cowpea: effects of temperature and photoperiod. Crop Science 37(1): 167-171.

Craufurd, P. Q., M. Bojang, T. R. Wheeler, and R. J. Summerfield. 1998. Heat tolerance in cowpea: effect of timing and duration of heat stress. Annals of Applied Biology 133(2): 257-267.

Cubero, J. I. 1983. Parasitic diseases in *Vicia faba* L. with special reference to broomrape (*Orobanche crenata* Forsk.), pp. 493-521. In: P. D. Hebblethwaite. (ed.). The faba bean (*Vicia faba* L.): a basis for improvement. Butterworths, London.

Dalbir Singh and Renu Mathur. 1992. Comparative anatomy and ultrastructure of normal and marsh spot affected cotyledons of pea. Phytomorphology 42(1-2): 145-150.

Dann, E. K. and B. J. Deverall. 1996. 2,6-dichloro-isonicotinic acid (INA) induces resistance in green beans to the rust pathogen, *Uromyces oppendiculatus*, under field conditions. Australasian Plant Pathology 5(3): 199-204.

Dantuma, G. and C. Grashoff. 1984. Vegetative and reproductive growth of faba beans (*Vicia faba* L.). as influenced by water supply, pp. 61-69. In: P. D. Hebblethwaite, T. C. K. Dawkins, M. C. Heath, and G. Lockwood. (eds.). *Vicia faba*: Agronomy physiology and breeding. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague.

Dar, G. H., M. Y. Zagar, and G. M. Beigh. 1997. Biocontrol of Fusarium root rot in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by using symbiotic *Glomus mosseae* and *Rhizobium leguminosarum*. Microbial Ecology 34(1): 74-80.

Davidson, R. H. and W. F. Lyon. 1979. Insect pests of farm, garden and orchard. John Wiley & Sons, N. Y. 596 p.

Davis, J. H. C. 1997. *Phaseolus* beans, pp. 409-428. In: H. C. Wien. (ed.). The physiology of vegetable crops. CAB International, Wallingford, UK.

Delgado, M. J., F. Ligero, and C. Lluch. 1994. Effects of salt stress on growth and nitrogen fixation by pea, faba-bean, common bean and soybean plants. Soil Biology & Biochemistry 26(3): 371-376.

Demir, I., A. Gunay, and Y. Ceylan. 1998. Seed moisturization as an enhancement treatment for emergence and seedling growth in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Seed Science and Technology 26(2): 281-288.

Deunff, Y. le and J. Loiseau. 1994. Dry matter accumulation into zygotic

seed; a model and its application to artificial seeds. Seed Science Research 4(2): 89-96.

Devlin, R. M. 1975. Plant physiology. D. Van Nostrand Co., N. Y. 600 p.

Dickson, M. H. and M. A. Boettger. 1976. Factors associated with resistance to mechanical damage in snap beans (*Phaseolus vuilgaris* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 541-544.

Dickson, M. H. and M. A. Boettger. 1982. Heritability of semi-hard seed induced by low seed moisture in beans (*Phaseollus vulgaris* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci, 107: 69-71.

Dickson, M. H. and M. A. Boettger. 1984. Effect of hight and low temperatures on pollen germination and seed set in snap beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 372-374.

Dickson, M. H. and R. Petzoldt. 1988. Heat tolerance and pod set in beans. (Abstr.). HortScience 23: 771.

Dillard, H. R. and A. C. Cobb. 1993. Survival of *Colletotrichum lindemuthienum* in bean debris in New York State. Plant Dis. 77(12): 1233-1238.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi. Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.

Dua, R. P. and S. K. Sharma. 1993. Assessment of sodicity tolerance in pea (*Pisum sativum*). Indian Journal of Agricultural Sciences 63(3): 166-169. (c. a. Plant Breed. Abstr. 64(1): 559, 1999).

Duan, X., D. S. Neuman, J. M. Reiber, C. D. Green, A. M. Saxton, and R. M. Auge. 1996. Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the the control of stomatal conductance during drought. J. Exp. Bot. 47(303): 1541-1550.

Dubetz. S. and P. S. Mahalle. 1969. Effect of soil water stress on bush beans *Phaseolus vulgaris* L. at three stages of growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 479-481.

Elad, Y., J. Kohl, and N. J. Fokkema. 1994. Control of infection and sporulation of *Botrytis cinerea* on bean and tomato by saprophytic yeasts. Phytopathology 84(10): 1193-1200.

El-Farnawany, M. and S. Shama. 1996. Biological control of *Rhizoctonia solani* affecting bean seedlings damping-off. Alex. J. Agric. Res. 41(1): 253-260.

El-Fiki, A. I. I. 1994. Effect of seed dressing and foliar spraying fungicides on severity of root rot and chocolate spot of broad bean under field conditions. Annals of Agricultural Science, Moshthor 32(1): 269-288.

Ellil, A. H. A. A., N. G. H. Awad, and S. T. A. El-Haleem. 1998. Biocontrol of vegetable root rot disease by *Trichoderma harzianum* and *T. viride*: role of sugars, protein and amino acids in host resistance. African J. Myc. Biotech. 6(2): 25-41.

Ellis, R. H., R. J. Lawn, R. J. Summerfield, A. Qi, E. H. Roberts, P. M. Chay, J. B. Brouwer, J. L. Rose, and S. J. Yeates. 1994. Towards the reliable prediction of time to flowering in six annual crops. III. Cowpea *Vigna unguiculata.* Experimental Agriculture 30(1): 17-29.

Ellis, R. J., T. M. Timms-Wilson, J. E. Beringer, D. Rhodes, A. Renwick, L. Stevenson, and M. J. Bailey. 1999. Ecological basis for biocontrol of damping-off disease by *Pseudomonas fluorescens* 54/96. Journal of Applied Microbiology 87(3): 454-462.

Evans, A. M. 1976. Beans. *In* N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants"; pp. 168-172. Longman, London.

Fagbola, O., R. E. Boulton, G. J. Jellis, and N. P. S. Dhillon. 1996. The reaction of some varieties of faba bean (*Vicia faba* L.) to pea seed-borne mosaic potyvirus. Plant Varieties & Seeds 9(1): 43-51.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations. 1998. Production yearbook. FAO, Rome, Italy. 233 p.

Farias-Rodriguez, R., R. B. Mellor, C. Arias, and J. J. Pena-Cabriales. 1998. The accumulation of trehalose in nodules of several cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris*) and its correlation with resistance to drought stress. Physiologia Plantarum 102(3): 353-359.

Fedina, I. S. and T. D. Tsonev. 1997. Effect of pretreatment with methyl jasmonate on the response of *Pisum sativum* to salt stress. J. Plant Phys. 151(6): 735-740.

Fery, R. L. 1990. The cowpea: production, utilization, and research in the United States. Hort. Rev. 12: 197-222.

Figueiredo, M. V. B., J. J. Vilar, H. A. Burity, and F. P. de Franca. 1998. Alleviation of water stress effects in cowpea by *Bradyrhizobium* spp. Inoculation. Plant and Soil 207(1): 67-75.

Flores-Nimedez, A. A., P. H. Li, and C. C. Shin. 1993. Amelioration of chilling injury in *Phaseolus vulgaris* L. by GLK-8903. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(6): 825-830.

Fourie, D. 1998. Characterization of halo blight races on dry beans in south Africa. Plant Dis. 82(3): 307-310.

Francois, L. E. 1989. Boron tolerance of snap bean and cowpea. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4): 615-619.

Franz, A., K. M. Makkouk, and H. J. Vetten. 1998. Acquisition, retention and transmission of faba bean necrotic yellows virus by two of its aphid vectors, *Aphis craccivora* (Koch) and *Acyrthosiphon pisum* (Harris). J. Phytopath. 146(7): 347-355.

Frey, S. and T. L. W. Carver. 1998. Induction of systemic resistance in pea powdery mildew by exogenous application of salicylic acid. Journal of Phytopathology 146(5/6): 239-245.

Gates, P., M. L. Smith, and D. Boulter. 1983. Reproductive physiology of *Vicia faba* L., pp. 133-142. In: P. D. Hebblethwaite. (ed.). The faba bean (*Vicia faba* L.): a basis for improvement. Butterworths, London.

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production. Longman, London. 318 p.

Georgieva, K. and H. K. Lichtenthaler. 1999. Photosynthetic activity and acclimation ability of pea plants to low and high temperature treatment as studied by means of chlorophyll fluorescence. Journal of Plant Physiology 155(3): 416-423.

Gilet, A. and N. Durand. 1996. Pea fungicides. Know the disease cycle well. (In French). Cultivar (Rueil-Malmaison) No. 403: 36-37. c. a. Rev. Plant Path. 76(5): 3782, 1997.

Glancey, J. L., W. E. Kee, T. L. Wootten, M. D. Dukes, and B. C. Postles.

1996. Field losses for mechanically harvested green peas. Journal of Vegetable Crop Production 2(1): 61-81.

Gomes, A. M. A., A. R. Peixoto, R. L. R. Mariano, and S. J. Michereff. 1996. Effect of bean seed treatment with fluorescent *Pseudomonas* spp. on *Rhizoctonia solani* control. (In Portuguese with English summary). Arquivos de Biologia Tecnologia 39(3): 537-545. (c. a. Rev. Plant Path. 77: 1196; 1998).

Gonzalez, E. M., P. M. Aparicio-Tejo, A. J. Gordon, F. R. Minchin, M. Royuela, and C. Arrese-Igor. 1998. Water-deficit effects on carbon and nitrogen metabolism of pea nodules. Journal of Experimental Botany 49(327): 1705-1714.

Grath, T. and I. Hakansson. 1994. A case study on soil compaction and *Aphanomyces* root rot as causes of uneven pea growth. Swedisb Journal of Agricultural Research 24(4): 165-170. c. a. Field Crop Abstracts 48(12): 8976, 1995.

Grondeau, C., A. Mabiala, R. Ait-Oumeziane, and R. Samson. Epiphytic life is the main characteristic of the life cycle of *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*, pea bacterial blight agent. European Jouranl of Plant Pathology 102(4): 353-363.

Gross, Y. and J. Kigel. 1994. Differential sensitivity to bigh temperature of stages in tbe reproductive development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Field Crops Research 36(3): 201-212.

Grusak, M. A. and K. W. Pomper. 1999. Influence of pod stomatal density and pod transpiration on the calcium concentration of snap bean pods. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(2): 194-198.

Grusak, M. A., B. W. Stephens, and D. J. Merhaut. 1996. Influence of whole-plant net calcium influx and partitioning on calcium concentration in snap bean pods. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4): 656-659.

Gu, W. K., J. Q. Zhu, D. H. Wallace, S. P. Singh, and N. F. Weeden. 1998. Analysis of genes controlling photoperiod sensitivity in common bean using DNA markers. Euphytica 102: 125-132.

Gubler, W. D., A. H. McCain, H. D. Ohr, A. O. Paulus, and B. Teviotdale. 1986. California plant disease handbook and study guide for agricultural pest control advisors. Univ. Calif., Div. Agr. Natural Resources. Pub. No. 4046. 157 p.

Guen, J. le, J. Mesquida, G. Morin, F. Brunet, J. N. Tasei, and S. Carre. 1992. Effect of insect pollination on abortion rate in faba bean. FABIS Newsletter No. 31: 25-28.

Guidi, L., C. Nali, S. Ciompi, G. Lorenzini, and G. F. Soldatini. 1997. The Use of chlorophyll fluorescence and leaf gas exchange as methods for studying the different responses to ozone of two bean cultivars. Journal of Experimental Botany 48(306): 173-179.

Gulden, R. H. and J. K. Vessey. 1997. The stimulating effect of ammonium on nodulation in *Pisum sativum* L. is not lived once ammonium supply is discontinued. Plant and Soil 195(1): 195-205.

Gumi Evskaya, N. A., L. I. Arabova, L. V. Chumikina, and V. R. Shatilov. 1997. Effect of high temperature on germinating pea seeds. Russian Journal of Plant Physiology 44(5): 599-606. c. a. Field Crop Abstracts 51(2): 1084, 1998.

Guvenc, I. 1996. Effects of foliar application of urea on pod properties, pod yield and mineral contents of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.). (In Turkish with English summary). Anadolu 6(2): 112-119.

Hagedorn, D. J. (Ed.). 1984. Pea diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 73 p.

Hagedorn, D. J. and D. A. Inglis. 1998. Handbook of bean diseases. Asgrow Seed Company, California. 25 p.

Halbert, S. E., G. I. Mink, M. J. Silbernagel, and T. M. Mowry. 1994. Transmission of bean common mosaic virus by cereal aphids (Homoptera: Aphididae). Plant Disease 78(10): 983-985.

Halfacre, R. G. and J. A. Barden. 1979. Horticulture. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 722 p.

Hall, R. (ed.). 1991. Compendium of bean diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 73 p.

Hall, R. and L. G. Phillips. 1992. Effects of crop sequence and rainfall on population dynamics of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* in soil. Canad. J. Bot. 70(10): 2005-2008.

Halterlein, A. J., C. D. Clayberg, and I. D. Teare. 1980. Influence of high temperature on pollen grain viability and pollen tube growth in the styles of *Phaseolus vulgaris* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 12-14.

Hannusch, D. J. and G. J. Boland. 1996. Interactions of air temperature, relative humidity and biological control agents on grey mold of bean. Europ. J. Plant Path. 102(2): 133-142.

Hansen, A. P., T. Yoneyama, H. Kouchi, and P. Martin. 1993. Respiration and nitrogen fixation of hydroponically cultured *Phaseolus vulgaris* L. cv. OAC Rico and a supernodulating mutant. I. Growth, mineral composition and effect of sink removal 189(4): 538-545.

Hashem, E. K. and O. M. Barbary. 1997. Effects of plant spacing, number of plants per hill and packing materials on yield and keeping quality of extra fine snap bean pods for export. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 22(10): 4201-4214.

Hashem, E. K. and A. I. A. Ebida. 1997. Effect of plant density and fine snap bean genotype on the yield and quality for exportation. Advances in Agricultural Research 2(2): 17-32.

Hashem, E. K. and K. A. Soliman. 1997. Scheduling sugar peas production for export under fertigation conditions, as influenced by cultivar and date of planting. Alex. Sci. Exch. 18(4): 461-473.

Hassan, A. A. and S. F. Sayed. 1999. Chlorotic pod: a new physiological disorder of green-podded snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) associated with silverleaf whitefly infestation. Egypt. J. Hort. 26(2): 213-228.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakiston Co., Inc., N. Y. 626 p.

Hawtin, G. C. and P. D. Hebblethwaite. 1983. Background and history of faba bean production, pp. 3-22. In: P. D. Hebblethwaite. (ed.). The faba bean (*Vicia faba* L.): a basis for improvement. Butterworths London.

Hebblethwaite, P. D. (Ed.). 1983. The faba bean (*Vicia faba* L.): a basis for improvement. Butterworths, London. 573 p.

Hebblethwaite, P. D., A. K. Scott, and J. O. S. Kogbe 1984. The effect of irrigation and bees on the yield and yield components of *Vicia faba* L., pp. 71-93. In: P. D. Hebblethwaite, T. C. K. Dawkins, M. C. Heath, and G. Lockwood. (eds.). *Vicia faba*: Agronomy, physiology and breeding. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague.

Hebblethwaite, P. D., T. C. K. Dawkins, M. C. Heath, and G. Lockwood. (Eds.). 1984. *Vicia faba*: agronomy, pbysiology and breeding. Martinus Nijboff/Dr. Junk Publishers, The Hague.

Hedrick, U. P. (Ed.). 1919. Sturtevants notes on edible plants. J. B. Lyon Co., Albany, N. Y. 686 p.

Hedrick, U. P. 1928. Peas of New York. N. Y. State Agr. Exp. Sta., Geneva. 132 p.

Hedrick, U. P. 1931. Beans of New York. N. Y. State Agr. Exp. Sta., Geneva. 110 p.

Hempel, J. and H. Bohm. 1996. Quality and quantity of prevailing flavonoid glycosides of yellow and green French beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 44(8): 2114-2116.

Henderson, J. R. and R. W. Buescher. 1977a. Effects of sulfur dioxide and controlled atmospheres on broken-end discoloration and processed quality attributes in snap beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(6): 768-770.

Henderson, J. R., R. W. Buescher, and T. E. Morelock. 1997b. Influence of genotype and CO_2 on discoloration, phenolic content, peroxidase, and phenolase activities in snap beans. HortScience 12(5): 453-454.

Hill, D. S. and J. M. Waller. 1988. Pests and diseases of tropical crops. Longman Scientific & Technical, Essex, England. 432 p.

Hirano, T., M. Kiyota, and I. Aiga. 1995. Physical effects of dust on leaf

physiology of cucumber and kidney bean plants. Environmental Pollution 89(3): 255-261.

Hoffman, J. C. 1971. Injury of snap bean pods associated with machine harvesting and handling. J. Amer. Soc. Hort. Soc. Hort. Sci. 96: 21-24.

Hoflich, G. and S. Ruppel. 1994. Growth stimulation of pea after inoculation with associative bacteria. Microbiological Research 149(1): 99-104.

Huang, H. C., E. G. Kokko, L. J. Yanke, and R. C. Phillippe. 1993. Bacterial suppression of basal pod rot and end rot of dry peas caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Canadian Journal of Microbiology 39(2): 277-233.

Ibijbijen, J., S. Urquiaga, M. Ismaili, B. J. R. Alves, and R. M. Boddey. 1996. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition and nitrogen fixation of three varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris*). New Phytologist 134(2): 353-360.

Ibarra-Perez, F. J., D. Barnhart, B. Ehdaine, K. M. Knio, and J. G. Waines. 1999. Effects of insect tripping on seed tield of common bean. Crop Science 39(2): 428-433.

Idle, L. E. 1950. Factors affecting the objective and organoleptic evaluation of quality in raw and canned peas. Food Technology 4(4): 1-9.

Igbasan, F. A., W. Guenter, T. D. Warkentin, and D. W. McAndrew. 1996. Protein quality of peas as influenced by location, nitrogen application and seed inoculation. Plant Food for Human Nutrition 49(2): 93-105.

Ikeda, K., N. Kiyomoto, H. Tabuo, T. Kume, and N. Chisyaka. 1999. Effects of calcium and several nutrients on brown stain symptoms appearing on the seed coat of broad bean (*Vicia faba* L.). (In Japanese with English summary). Jap. J. Soil Sci. Plant Nntr. 70(3): 283-290. (c. a. Field Crop Abstr. 53:428; 2000).

Ishibashi, M. and I. Terashima. 1995. Effects of continuous leaf wetness on photosynthesis: adverse aspects of rainfall. Plant, Cell and Environment 18(4): 431-438.

Jackson, A. J., D. R. Walters, and G. Marshall. 1994. Evaluation of

Penicillium chrysogenum and its antifungal extracts as potential biological control agents against *Botrytis fabae* on faba beans. Mycological Research 98(10): 1117-1126.

Jackson, A. J., D. R. Walters, and G. Marshall. 1997. Antagonistic interactions between the foliar pathogen *Botrytis fabae* and isolates of *Penicillium brevicompactum* and *Cladosporium cladosporoides on* faba beans. Biological Control 8(2): 97-106.

Jeuffroy, M. H. and M. Sebillotte. 1997. The end of flowering in pea: influence of plant nitrogen nutrition. European Journal of Agronomy 6(1/2): 12-24.

Joseph, M. E. and T. F. Hering. 1977. Effects of environment on spore germination and infection by broad bean rust (*Uromyces viciae-fabae*). J. Agric Sci. 128(1): 73-78.

Jurado-Exposito, M., L. Garcia-Torres, and M. Castejon-Munoz. 1997. Broad bean and lentil seed treatments with imidazolinones for the control of broomrape (*Orobanche crenata*). J. Agric. Sci. 129(3): 307-314.

Justice, O. L. and L. N. Bass. 1979. Principles and practices of seed storage. Castle House Pub. Ltd., London. 289 p.

Kahn, B. A. and J. L. Schroeder. 1999. Root characteristics and seed yields of cowpeas grown with and without added nitrogen fertilizer. HortScience 34(7): 1238-1239.

Kanber, R. and Y. Bahceci. 1995. Response of field beans (*Phaseolus vulgaris*) to saline irrigation water, pp. 205-219. In: A. Handy. (ed.). On-farm sustainable use of saline water irrigation: Mediterranean experiences. Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, Bari, Italy.

Kassab, A. S. and Kh. El-Dougdoug. 1994. Virus-nematode interaction. I. Interaction of root knot nematode *Meloidogyne incognita* and broad bean necrosis virus (BBNV) in faba bean. Annals of Agricultural Science (Cairo) 39(1): 451-458.

Kelly, J. D. 1997. A review of varietal response to bean common mosaic potyvirus in *Phaseolus vulgaris*. Plant Varieties & Seeds 10(1): 1-6.

King, E. B. and J. L. Parke. 1993. Biocontrol of *Aphanomyces* root rot and *Pythium* damping-off by *Pseudomonas cepacia* AMMD on four pea cultivars. Plant Disease 77(12): 1185-1188.

Kipe-Nolt, J. A. and K. E. Giller. 1993. A field evaluation using the ^{15}N isotope dilution method of lines of *Phaseolus vulgaris* L. bred for increased nitrogen fixation. Plant and Soil 152(1): 107-114.

Kiraly, Z., Z. Klement, F. Solymosy and J. Vörös. 1974. Methods in plant pathology with special reference to breeding for disease resistance. Elsevier Sci. Pub. Co., London. 509 p.

Knott, C. M. 1996. Control of manganese deficiency in field peas for seed or human consumption. Journal of Agricultural Science 127(2): 207-213.

Kohashi-Shibata, J., G. Baca-Castillo, and C. Santos-Vigil. 1997. Effect of pod picking on growth and dry matter allocation in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Phyton (Buenos Aires) 60(1/2): 77-82. c. a. Hort. Abstr. 67(12): 10512, 1997.

Kraft, J. M. 1994. *Fusarium* wilt of peas (a review). Agronomie 14(9): 561-567.

Kraft, J. M. 1996. Fusariu root rot of peas, pp. 503-509. In: Brighton crop protection conference: pests & diseases. British Crop Protection Council, Farnham, UK. c. a. Rev. Plant Path. 76(9): 7249, 1997.

Kraft, J. M., B. Dunne, D. Goulden, and S. Armstrong. 1998. A search for resistance in peas to *Mycospharella pinodes*. Plant Dis. 82: 251-253.

Ku, J. H., D. T. Drizek, and R. M. Mirecki. 1996. Alleviation of sulfur dioxide injury in snap bean plants by uniconazole. J. Korean Soc. Hort. Sci. 37(6): 767-772. c. a. Hort. Abstr. 67(6): 4950, 1197).

Lahoz, E., P. Piccirillo, and A. Ragozzino. 1994. Studies on the seed transmissibility of three isolates of CMV (cucumber mosaic virus) in different cultivars of common bean. (In: Italian with English summary). Petria 4(2): 117-112. c. a. Rev. Plant Path 74(9): 5681; 1995.

Lane, J. A. and J. A. Bailey. 1992. Resistance of cowpea and cereals to the parasitic angiosperm *Striga*. Euphytica 63: 85-93.

Lane, J. A., T. H. M. Moore, D. V. Child, K. F. Cardwell, B. B. Singh, and J. A. Bailey. 1994. Virulence characteristics of a new race of the parasitic angiosperm, *Striga gesnerioides*, from southem Benin on cowpea (*Vigna unguiculata*). Euphytica 72: 183-188.

Lecoeur, J. and L. Guilioni. 1998. Rate of leaf production in response to soil water deficits in field pea. Field Crop Research 57(3): 319-328.

Lenne, C. and R. Douce. 1994. A low molecular mass heat-shock protein is localized to higher plant mitochondria. Plant Phys. 105(4): 1255-1261.

Lewis, J. A. and D. R. Fravel. 1996. Influence of Pyrax/biomass of biocontrol fungi on snap bean damping-off caused by *Sclerotium rolfsii* in the field and on germination of sclerotia. Plant Dis. 80(6): 655-659.

Lewis, J. A., G. C. Papavizas, and M. D. Hollenbeck. 1993. Biological control of damping-off of snapbeans caused by *Sclerotium rolfsii* in the greenhouse and field with formulations of *Gliocladium virens*. Biological Control 3(2): 109-115.

Lifshitz, R., M. T. Windham, and R. Baker. 1986. Mechanism of biological control of preemergence damping-off of pea by seed treatment with *Trichoderma* spp. Phytopathology 76: 720-725.

Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1980. (2nd ed.). Kontt's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience. N. Y. 390 p.

Lougheed, E. C. 1987. Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. HortScience 22(5): 791-794.

Lusse, J., P. S. Hammes, and A. J. Liebenberg. 1996. Effect of high day temperature on the production of dry bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). (In African with English summary). Applied Plant Science 10(2): 42-47. c. a. Field Crops Abstr. 50(6): 4096; 1997.

Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The Commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 66. 94 p.

Mabagala, R. B. 1997. The Effect of populations of *Xanthomonas*

campestris pv. *phaseoli* in bean reproductive tissues on seed infection of resistant and susceptible bean genotypes. Europ. J. Plant Path. 13(2): 175-181.

MacNab, A. A., A. F. Sherf, and J. K. Speinger. 1983. Identifying diseases of vegetables. The Pennsylvania State Univ., Univeristy Park. 62 p.

Madeira, A. C., J. A. Clark, and S. Rossall. 1994. Growth and light interception in field bean (*Vicia faba*) infected by *Ascochyta fabae*. J. Agric. Sci. 123(2): 225-232.

MAFF, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 1998. EC quality standards for horticultural produce: fresh vegetables. MAFF, London.

Maffi, D., G. Violini, G. Lorenzini, L. Torelli, and G. G. Conti. 1995. Ozone treatment induces in *Phaseolus vulgaris* a pathogensis-related protein similar to that induced by viruses. Agricola Mediterranea Special Volume: 70-76. c. a. Hort. Abstr. 67(6): 4951, 1997.

Makela, P., J. Kleemola, K. Jokinen, J. Mantila, E. Pehu, and P. Peltonen-Sainio. 1997. Growth response of pea and summer turnip rape to foliar application of glycinebetaine. Acta. Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science 47(3): 168-175. c. a. Field Crop Abstr. 51(9): 6800, 1999.

Makkouk, K. M. and S. G. Kumari. 1993. Movement of bean yellow mosaic virus in susceptible and resistant faba bean genotypes. FABIS Newsletter No. 32: 35-38.

Makkouk, K. M., L. Rizkallab, M. Madkour, M. El-Sherbeeny, S. G. Kumari, A. W. Amriti, and M. B. Sobl. 1994. Survey of faba bean (*Vicia faba* L.) for viruses in Egypt. Phytopatbologia Mediterranea 33(3): 207-211.

Malvick, D. K. and J. A. Percich. 1999. Identification of *Pisum sativum* germplasm with resistance to root rot caused by multiple strains of *Aphanomyces euteiches*. Plant Dis. 83(1): 51-54.

Marfo, K. O. 1996. Reactions of cowpea during the reproductive phase to high temperatures under field and controlled environments. Tropical Agriculture 73(3): 192-195.

Martinez, C., G. Ros, M. J. Periago, G. Lopez, J. Ortuno, and F. Rincon. 1995. Physico-chemical and sensory quality criteria of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 28(5): 515-520. c. a. Hort. Abstr. 67(10): 8563; 1997.

Mathew, K. A. and S. K. Gupta. 1996. Studies on web blight of French bean caused by *Rhizoctonia solani* and its management. Indian J. Myc. Plant Path. 26(2): 171-177. (c. a. Hort. Abstr. 67: 4955; 1997).

McDonald, G. K. and G. Dean. 1996. Effect of waterlogging on the severity of disease caused by *Mycosphaerella pinodes* in peas (*Pisum sativum* L.). Australian Journal of Experimental Agriculture 36(2): 219-222.

McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 496. 411 p.

Mekwatanakarn, W. and D. G. Richardson. 1997. Snap bean varietal storage life in modified atmosphere packages, pp. 59-65. In: M. E. Saltveit. (ed.). International Controlled Atmosphere Research Conference. University of California, Davis, California.

Mesquita, A. G. G., T. J. Paula, Jr., M. A. Moreira, and E. G. de Barros. 1998. Identification of races of *Colletotrichum lindemuthianum* with the aid of PCR-based molecular markers. Plant Dis. 82: 1084-1087.

Metz, P. L. J., A. A. M. Buiel, A. van Norel. And J. P. F. G. Helsper. 1993. Rate and inheritance of cross-fertilization in faba bean (*Vicia faba* L.). Euphytica 66: 127-133.

Michail, S. H., M. A. Abd El-Rehim, E. M. Abo Taleb, and S. M. Metwally. 1998. Effect of level of *Ascochyta* seed-borne infection on pea plants grown in cultivated and virgin soils. Seed Science and Technology 26(1): 125-130.

Miglioranza, E., P. Barak, K. Kmiecik, and J. Nienhuis. 1997. Comparison of soil and genotypic effects on calcium concentration of snap bean pods. HortScience 32(1): 68-70.

Millar. C. E., L. M. Turk, and H. D. Fotb. 1965. (4th ed). Fundamentals of soil science. John Wiley & Sons. Inc., N. Y. 491 p.

Minges, P. A. (Ed.). 1972. Descriptive list of vegetable varieties. Amer. Seed Trade Assoc., Wash., D. C. 194 p.

Minges, P. A., A. A. Muka, A. F. Sherf, and R. F. Sandsted. 1971. Vegetable production recommendations: Cornell Univ., Ithaca, N. Y. 36 p.

Mizubti, E. S. G., L. A. Maffia, J. J. Muchovej, R. S. Romeiro, and U. G. Batista. 1995a. Epidemiological aspects of *Uromyces appendiculatus* on dry bean (*Phaseolus vulgaris*) after treatment with *Bacillus subtilis*. J. Phytopath. 143(11-12): 689-691.

Mizubuti, E. S. G., L. A. Maffia, J. J. Muchovej, R. S. Romeiro, and U. G. Batista. 1995b. Selection of isolates of *Bacillus subtilis* with potential for the control of dry bean rust. Fitopatologia Brasileira 20(4): 540-544.

Monreal, M., B. De Ancos, and M. P. Cano. 1998. Effects of critical low-oxygen atmospheres on oxydoreductases enzyme activities of cold stored green bean (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Perona), p. 81. In COST 915, Consumer Oriented Quality Improvement of Fruit and Vegetable Products. Polytechnic University of Madrid, Spain.

Montana Camara, H., M. C. Diez, M. M. Cortes Sanchez and I. M. E. Torija. 1997. Controlled atmosphere effect on water-soluble vitamins changes of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.), pp. 53-58. In: M. E. Saltveit. (ed.). International Controlled Atmosphere Research Conference. University of California, Davis, California.

Monterroso, V. A. and H. C. Wien. 1990. Flower and pod abscission due to heat stress in beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(4): 631-634.

Moraghan, J. T. 1996. Zinc concentration of navy bean seed as affected by rate and placenent of three zinc sources. Journal of Plant Nutrition 19(10/11): 1413-1422.

Moraghan, J. T. and K. Grafton. 1997. Accumulation of calcium in bean cultivars differing in seed size. Journal of the Science of Food and Agriculture 74(2): 251-256.

Morales, F. J. and S. P. Singh. 1991. Genetics of resistance to bean golden mosaic virus in *Phaseolus vulgaris* L. Euphytica 52: 113-117.

Mori, B., P. Vernieri, A. Pardossi, and F. Tognoni. 1995. Response of bean plants to chilling: comparison between primary and trifoliate leaf stage. Advances in Horticultural Science 9(3): 144-147.

Morrison, S. L. and L. M. Baird. 1987. Relationship of plant development to nodulation in determinate and indeterminate beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(3): 510-513.

Mouhouche, B., F. Ruget, and R. Delécolle. 1998. Effects of water stress applied at different phenological phases on yield components of dwarf bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomie 18(3): 197-207.

Moussart, A., B. Tivoli, E. Lemarchand, F. Deneufbourg, S. Roi, and G. Sicard. 1998. Role of seed infection by the *Aschochyta* blight pathogen of dried pea (*Mycosphaerella pinodes*) in seedling emergence, early disease development and transmission of disease to aerial plant parts. European Journal of Plant Pathology 104(1): 93-102.

Muehlbauer, F. J. and K. E. McPhee. 1997. Peas, pp. 429-459. In: H. C. Wien. (Ed.). The physioloy of vegetable crops. CAB International, Wallingford, UK.

Muller, J. 1999. Mycorrhizal fungal structures are stimulated in wildtype peas and in isogenic mycorrhiza-resistant mutants by tri-iodo-benzoic acid (TIBA), an auxin-transport-inhibitor. Symbiosis (Rehovot) 26(4): 379-389.

Muller, S., P. A. A. Pereira, and P. Martin. 1993. Effect of different levels of mineral nitrogen on nodulation and N_2 fixation of two cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant and Soil 152(1): 139-143.

Mullins, C. A. and R. A. Straw. 1988. Production of snap beans as affected by soil tillage method and row spacing. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(5): 667-669.

Mullins, C. A. and R. A. Straw. 1999. Determining optimum maturity of bush Romano beans for machine harvest. HortTechnology 9(3): 448-451.

Mwanamwenge, J., S. P. Loss, K. H. M. Siddique, and P. S. Cocks. 1999. Effect of water stress during floral initiation, flowering and podding on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). European Journal of Agronomy 11(1): 1-11.

Myers, J. R. and E. T. Gritton. 1988. Genetic male sterility in pea (*Pisum sativum* L.): I. Inheritance, allelism and linkage. Euphytica 38: 165-174.

Nakano, H., M. Kobayashi, and T. Terauchi. 1998. Sensitive stages to heat stress in pod setting of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Japanese J. Trop. Agric. 42(2): 78-84.

Nassar, S. H., F. S. Faris, and E. E. Taheen. 1979. Giza 4: a multipurpose snap bean variety. Agr. Res. Rev., A. R. Egypt 57(3): 179-190.

National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Advisory Committee on Technology Innovation, Nat. Acad. Sci. Wash., D. C. 331 p.

Navas-Castillo, J., S. Sánchez-Campos, J. A. Diaz, E. Sáez-Alonso, and E. Moriones. 1999. Tomato yellow leaf curl virus causes a novel disease of common bean and severe epidemics in tomato in Spain. Plant Disease 83(1): 29-32.

Neena Khurana, C. Chatterjee, and C. P. Sharma. 1999. Impact of manganese stress on physiology and quality of pea (*Pisum sativum*). Indian Journal of Agricultural Sciences 69(5): 332-335. c. a. Field Crop Abstr. 52(12): 9171, 1999.

Nelwamondo, A. and F. D. Dakora. 1999. Silicon promotes nodule formation and nodule function in symbiotic cowpea (*Vigna unguiculata*). New Phytologist 142(3): 463-467.

Nielsen, S. S., C. I. Osuala, and W. E. Brandt. 1994. Early leaf harvest reduces yield but not protein concentration of cowpea seeds. HortScience 29(6): 631-632.

Nielsen, K. L., T. J. Bouma, J. P. Lynch, and D. M. Eissenstat. 1998. Effects of phosphorus availability and vesicular-arbuscular mycorrhizas on the carbon budget of common bean (*Phaseolus vulgaris*). New Phytologist 139(4): 647-656.

Nightingale, A. E., E. T. Graham and H. T. Blackhurst. 1968. Fiber development in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. 'Wade') as influenced ly N-dimethyl amino succinamic acid sprays and moisture stress. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 426-431.

Nogués, S., D. J. Allen, J. I. L. Morison, and N. R. Baker. 1998. Ultraviolet-B radiation effects on water relations, leaf development, and

photosynthesis in droughted pea plants. Plant Physiology 117(1): 173-181.

Noronha, M. A., S. J. Michereff, and R. L. R. Mariano. 1995. Effect of cowpea seed treatment with *Bacillus subtilis* on *Rhizoctonia* solani control. (In Portuguese with English summary). Fitopatologia Brasileira 20(2): 174-178. c. a. Rev. Plant Path. 76: 7257; 1997.

Noronha, M. A., S. Antunes Sobrinho, N. S. S. Silveira, S. J. Michereff, R. L. R. de Mariano, and E. Maranhao. 1996. Selection of *Trichoderma* spp. isolates for *Rhizoctonia solani* control on beans. (In Portuguese with English summary). Summa Phytopathologica 22(2): 156-162. (c. a. Rev. Plant Path. 76: 6428; 1997).

Ntahimpera. N., H. R. Dillard, A. C. Cohb, and R. C. Seem. 1997. Influence of tillage practices on anthracnose development and distribution in dry bean fields. Plant Dis. 81(1): 71-76.

Ofir, M., Y. Gross, F. Bangerth, and J. Kigel. 1993. High temperature effects on pod and seed production as related to hormone levels and abscission of reproductive structures in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Scientia Horticulturae 55(3-4): 201-211.

Okeleye, K. A. and M. A. O. Okelana. 1997. Effect of phosphorus fertilizer on nodulation, growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties. Indian Journal of Agricultural Sciences 67(1): 10-12. (c. a. Field Crop Abstr. 50: 6711; 1997).

Olaya, G., G. S. Abawi, and J. Barnard. 1996. Influence of water potential on survival of sclerotia in soil and on colonization of bean stem segments by *Macrophomina phaseolina*. Plant Dis. 80(12): 1351-1354.

Oliver, F. C. and J. G. Annandale. 1998. Thermal time requirements for the development of green pea (*Pisum sativum* L.). Field Crops Research 56(3): 301-307.

Ontai, S. L., R. E. Paull, and M. E. Saltveit, Jr. 1992. Controlled-atmosphere storage of sugar peas. HortScience 27(1): 39-41.

Oosterhuis, D. M., F. Le Maire, and L. Le Maire. 1987. Leaf water potential and crop color changes in water-stressed peas. HortScience 22: 429-431.

Opoku, G., F. M. Davies, E. V. Zetina, and E. E. Gamble. 1996. Relationship between seed vigour and yield of white beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Varieties & Seeds 9(2): 119-125.

Organization for Economic Co-operation and Development, Paris. 1976. International standardisation of fruit and vegetables: apple and pears, tomatoes, citrus fruit, shelling peas, beans, carrots.

Ortiz, A., V. Martinez, and A. Cerdá. 1994. Effects of osmotic shock and calcium on growth and solute composition of *Phaseolus vulgaris* plants. Physiologia Plantarum 91(3): 468-476.

Palevitch, D. 1970. Defoliation of snap beans with pre-harvest treatment of 2-chloroethylphosphonic acid. HortScience 5: 224-226.

Parke, J. L. 1991. Efficacy of *Pseudomonas cepacia* AMMD and *Pseudomonas fluorescens* PRA25 in biocontrol of *Pythium* damping-off and *Aphanomyces* root rot of pea. Bulletin SROP 14(8): 30-33. c. a. Hort. Abstr. 63(2): 1024, 1993.

Parker, C. and A. K. Wilson. 1986. Parasitic weeds and their control in the Near East. FAO Plant Prot. Bull. 34(2): 83-98.

Parry, D. W. 1990. Plant pathology in agriculture. Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 385 p.

Pastences. C. and P. Horton. 1995. The effect of high temperature on photosynthesis, pp. 789-792. In: P. Mathis. Photosynthesis: from light to biosphere. Volume IV. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Pastor-Corrales, M. A., M. M. Otoya, A. Molina, and S. P. Singh. 1995. Resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from Middle America and Andean South America in different common bean races. Plant Dis. 79: 63-67.

Paulus, A.O., R. A. Brendler, J. Nelson and H. W. Otto. 1985. Rhizoctonia stem canker on beans. Calif. Agr. 39(11&12): 13-14.

Pearson, C. H. and P. N. Miklas, 1992. Seed size and planting depth effects on emergence and yield of pinto bean. Journal of Production Agriculture 5(1): 103-106.

Peat, W. E. 1983. Developmental physiology, pp. 103-132. In: P. D. Hebblethwaite. (ed.). The faba bean (*Vicia faba* L.): a basis for improvement. Butterworths, London.

Peirce, L. C. 1987. Vegtables: characteristics, production and marketing. John Wiley and Sons, N. Y. 433 p.

Pena-Cabriales, J. J., O. A. Grageda-Cabrera, V. Kola, and G. Hardarson. 1993. Time course of N_2 fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant and Soil 152(1): 115-121.

Pena-Valdivia, C. B., L. del C. Lagunes L., and R. H. R. Perales. 1994. Chilling effects on leaf photosynthesis and seed yield of *Phaseolus vulgaris*. Canadian Journal of Botany 72(10): 1403-1411.

Periago, M. J., G. Ros, M. C. Martinez, F. Rincon, G. Lopez, J. Ortuno, and F. Ros. 1996. *In vitro* estimation of protein and mineral availability in green peas as affected by antinutritive factors and maturity. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 29(5/6): 481-488. c. a. Hort. Abstr. 67(8): 5722, 1997.

Persson, L. 1998. Soil suppressiveness to *Aphanomyces* root rot of pea. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae-Agraria. No. 131. 35 p. c. a. Field Crop Abstracts 52(5): 3384, 1999.

Persson, L., M. Larsson-Wikstrom, and B. Gerhardson. 1999. Assessment of soil suppressiveness to *Aphanomyces* root rot of pea. Plant Dis. 83(12): 1108-1112.

Petruzzelli, L., P. Perrino, and F. Harren. 1994. Ethylene and pea germination. Acta Horticulturae No. 362: 159-166.

Phillips, A. J. L. 1994. Influence of fluctuating temperatures and interrupted periods of plant surface wetness on infection of bean leaves by ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum*. Annals of Applied Biology 124(3): 413-427.

Piringer, A. A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants. *In* Campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Symposium"; p. 173-185. Camden, N. J.

Poulain, D. and H. Al-Mohammad. 1995. Effects of boron deficiency and toxicity on faba bean (*Vicia faba* L.). Europ. J. Agron. 4(1): 127-134.

Pratima Sinha, C. Chatterce, and C. P. Sharma. 1999. Changes in physiology and quality of pea by boron stress. Annals of Agricultural Research 20(3): 304-307. c. a. Field Crop Abstr. 53(1): 417, 2000.

Prithiviraj, B., U. P. Singh, K. P. Singh, and K. Plank-Schumacher. 1998. Field evaluation of ajoene, a constituent of garlic (*Allium sativum*) and neemazal, a product of neem (*Azadirachta indica*) for the control of powdery mildew (*Erysiphe pisi*) of pea (*Pisum sativum*). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 105(3): 274-278. c. a. Rev. Plant Path. 78(9): 6236, 1999.

Prusinski, J. and M. Borowska. 1996. Imbibitional injury during seed germination of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. Plant Breeding and Seed Science 40(1/2): 149-157.

Pumpbrey, F. W. and R. E. Raming. 1990. Field response of peas to excess heat during the reproductive stage of growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(6): 898-900.

Purseglove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English Language Book Society, London. 719 p.

Purvis, E. R. and R. L. Carolus. 1964. Nutrient deficiencies in vegetable crops, pp. 245-286. In: H. B. Sprague. (ed.). Hunger signs in crops. David McKAy Co., N. Y.

Putnam, C. et al. (Eds.). 1991. Controlling vegetable pests. Chevron Cbemical Co., San Ramon, California. 160 p.

Quintana, J. M., H. C. Harrison, J. P. Palta, J. Nienhuis, and K. Kmiecik. 1999. Calcium fertilizers fail to affect pod calcium concentration and yield of four snap bean cultivars. HortScience 34(4): 646-647.

Quintana, J. M., H. C. Harrison, J. Nienhuis, J. P. Palta, and K. Kmiecik. 1999. Differences in pod calcium concentration for eight snap bean and dry bean cultivars. HortScience 34(5): 932-934.

Quintana, J. M., H. C. Garrison, J. P. Palta, J. Nienhuis, K. Kmiecik, and E. Miglioranza. 1999. Xylem flow rate differences are associated with genetic variation in snap bean pod calcium concentration. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(5): 488-491.

Raeini-Sarjaz, M. and N. N. Barthakur. 1995. Antagonistic effects of root zone temperature and iron on phosphorus uptake by bush bean. Journal of Plant Nutrition 18(6): 1315-1321.

Ramos, M. L. G. and W. Q. Ribeiro, Jr. 1993. Effect of fungicides on survival of *Rhizobium* on seeds and the nodulation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant and Soil 152(1): 145-150.

Ramsey, G. B. and J. S. Wiant. 1941. Market diseases of fruits and vegetables: asparagus, onions, beans, peas, carrots, celery and related vegetables. U. S. Dept. Agr., Misc. Pub. No. 440. 70 p.

Rao, A., E. T. Gritton, C. R. Grau, and L. A. Peterson. 1995. Aeroponics chambers for evaluating resistance to *Aphanomyces* root rot of pea (*Pisum sativum*). Plant Disease 79(2): 128-132.

Raymond, M. A., J. C. Stark and G. A. Murray. 1987. Irrigation management effects on spring pea seed yield and quality. HortScience 22: 1262-1263.

Redit, W. H. and A. A. Hamer. 1961. Protection of rail shipments of fruits and vegetables. U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 195. 108 p.

Reinhard, S., E. Weber, P. Martin, and H. Marschner. 1994. Influence of phosphorus supply and light intensity on mycorrhizal response in *Pisum-Rhizobium-Glomus* symbiosis. Experientia 50(10): 890-896. c. a. Field Crop Abstr. 48(7): 5207, 1999.

Reis, A., S. M. A. de Oliveira, M. Menezes, and R. de L. R. Mariano. 1995. Potential of *Trichoderma* isolates on biocontrol of bean Fusarium wilt. (In Portuguese with English summary). Summa Phytopathologica 21(1): 16-20. (c. a. Rev. Plant Path. 76: 1276; 1997).

Rizk, A. M., S. I. Ismail, S. A. Azzam, and G. Wood. 1992. Constituents of green beans *Phaseolus vulgaris* (lipids and flavonoids). Qatar University Science Journal 12: 69-72. c. a. Filed Crop Abstr. 47(12): 8016, 1994.

Roberti, R., P. Flori, and A. Pisi. 1996. Biological control of soilborne *Sclerotium rolfsii* infection by treatment of bean seeds with species of *Trichoderma*. Petria 6(2): 105-116. (c. a. Hort. Abstr. 67: 4954; 1997).

Roberts, S. J. 1997. Effect of weather conditions on local spread and

infection by pea bacterial blight (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*). European Journal of Plant Pathology 103(8): 711-719.

Roberts, P. A., C. A. Frate, W. C. Mathews, and P. P. Osterli. 1995. Interactions of virulent *Meloidogyne incognita* and *Fusarium* wilt on resistent cowpea genotypes. Phytopathology 85(10): 1288-1295.

Roberts, S. J., M. S. Ridout, L. Peach, and J. Brough. 1996. Transmission of pea bacterial blight (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) from seed to seedling: effects of inoculum dose, inoculation method, temperature and soil moisture. Journal of Applied Microbiology 81(1). 65-72.

Robertson, L. S. and R. D. Frazier. (Ed.). 1978. Dy bean production: principles & practices. Mich. State Univ., Agr. Exp. Sta. Bul. E-1251. 225 p.

Robleto, E. A., K. Kmiecik, E. S. Oplinger, J. Nienhuis, and E. W. Triplett. 1998. Trifolitoxin production increases nodulation competitiveness of *Rhizobium etli* CE3 under agricultural conditions. Applied and Environmental Microbiology 64(7): 2630-2633.

Roger, C., B. Tivoli, and L. Huber. 1999. Effects of temperature and moisture on disease and fruit body development of *Mycosphaerella pinodes* on pea (*Pisum sativum*). Plant Pathology 48(1): 1-9.

Rodelas, B., J. González-López, C. Pozo, V. Salmerón, and M. V. Martinez-Toledo. 1990. Response of faba bean (*Vicia faba* L.) to combined inoculation with *Azotobacter* and *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae*. Applied Soil Ecology 12(1): 51-59.

Román-Hernandez, O. and J. S. Beaver. 1996. Optimum stage of development for harvesting green-shelled beans. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 80(3): 89-94.

Romero, A. and G. Carrion. 1995. Pathogenicity of *Verticillum lecanii* on bean rust under greenhouse conditions. (In Spanish with English summary). Fitopatologia 30(1): 30-34. (Rev. Plant Path. 76: 3776; 1997.)

Roos, E. F. and J. R. Manalo. 1976. Effect of initial seed moisture on snap bean emergence from cold soil. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 321-324.

Rost, T. L., M. G. Barbour, R. H. Thornton, T. E. Weier, and C. R. Stocking. 1984. Botany. Wiley, N. Y. 342 p.

Russo, V. M. 1995. Bedding, plant population, and spray-on mulch tested to increase dry bean yield. HortScience 30(1): 53-54.

Sache, I. And J. C. Zadoks. 1995. Effect of rust (*Uromyces viciae-fabae*) on yield components of faba bean. Plant Pathology 44(4): 675-685.

Saile-Mark, M. and M. Tevini. 1997. Effects of solar UV-B radiation on growth, flowering and yield of central and southern European bush bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Ecology 128(1/2): 115-125.

Saindon, G., H. C. Huang, G. C. Kozub, H. H. Mundel, and G. A. Kemp. 1993. Incidence of white mold and yield of upright bean grown in different planting patterns. J. Phytopath. 137(2): 118-124.

Saindon, G., H. C. Huang, and G. C. Kozub. 1995. White-mold avoidance and agronomic attributes of upright common beans grown at multiple planting densities in narrow rows. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(5): 843-847.

Salam. M. A. and G. Soja. 1995. Bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) leaf injury, photosynthesis and stomatal functions under eleveted ozone levels. Water, Air, and Soil Pollution 85(3): 1533-1538.

Saltveit, M. E. 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. CA'97 Proceedings, Vol. 4, pp. 98-117. Postharvest Horticulture Series No. 18, University of California, Davis.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 208 p.

Salunkhe, D. K., M. T. Wu, and B. Singh. 1971. Tbe nutritive composition of pea and sweet corn seeds as influenced by s-Triazine compounds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 489-492.

Salunkhe, D. K., S. S. Kadam, and J. K. Chavan. 1985. Postharvest biotechnology of food legumes. CRC. Pr., Inc., Boca Raton, Florida. 160 p.

Sánchez, A., R. Echávez-Badel, and E. C. Schroder. 1994a. *Pseudomonas cepacia*, a potential biofungicide for root rot pathogens of beans. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 78(1-2): 55-57. (c. a. Rev. Plant Path. 74: 4910; 1995).

Sánchez, A., R. Echávez-Badel, and E. C. and E. C. Schroder. 1994b. Bean root colonization by *Pseudomonas cepacia* UPR 5C. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 78(1-2): 59-61. c. a. Rev. Plant Path. 74: 4911; 1995.

Sandlin, C. M., J. R. Steadman, C. M. Araya, and D. P. Coyne. 1999. Isolates of *Uromyces appendiculatus* with specific virulence to landraces of *Phaseolus vulgaris* of Andean origin. Plant Dis. 83(2): 108-113.

Sandsted, R. F. 1966. Commercial snap bean production in New York State. Cornell Ext. Bul. 1163. 30 p.

Sangakkara, U. R. 1993. Relationship between soil moisture, growth, yield and nitrogen fixation in selected grain legumes. Acta Agronomica Hungarica 42(1-2): 51-57. (c. a. Field Crop Abstracts 48: 358; 1995).

Sangakkara, U. R. 1994. Growth, yield and nodule activity of *Phaseolus vulgaris* L. as affected by soil moisture. Journal of Agronomy and Crop Science 172(1): 62-68.

Sangakkara, U. R., U. A. Hartwig, and J. Nosberger. 1995. Growth and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* as affected by temperature, soil moisture and potassium. In: Nuclear techniques in soil-plant studies for sustainable agriculture and environmental preservation, pp. 263-272. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.

Sangakkara, U. R., U. A. Hartwig, and J. Nosberger. 1996. Response of root branching and shoot water potentials of french beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to soil moisture and fertilizer potassium. Journal of Agronomy and Crop Science 177(3): 165-173.

Sasaya, T., M. Iwasaki, and T. Yamamoto. 1993. Seed transmission of bean yellow mosaic virus in broad bean (*Vicia faba*). Annals of the Phytopathological Society of Japan 59(5): 559-562.

Schaafsma, A. W. and G. R. Ablett. 1994. Yield loss response of navy bean to partial or total defoliation. Journal of Production Agriculture 7(2): 202-205.

Scholberg, J. M. S. and S. J. Locasico. 1999. Growth response of snap bean and tomato as affected by salinity and irrigation method. HortScience 34(2): 259-264.

Seelig, R. A. and C. Lockshin. 1979. Fruit & vegetable facts & pointers: beans, snap. United Fresh Fruit and Vegetable Assoc., Alexandria, Va. 19 p.

Sexton, P. J., K. J. Boote, J. W. White, and C. M. Peterson. 1997. Seed size and sed growth rate in relation to cotyledon cell volume and number in common bean. Field Crops Research 54(2/3): 163-172.

Sharma, S. B., R. A. Sikora, N. Greco, M. di Vito, and G. Caubel. 1994. Screening techniques and sources of resistance to nematodes in cool season food legumes. Euphytica 73: 59-66.

Shewfelt, R. L., S. E. Prussia, J. L. Jordan, W. C. Hurst, and A. V. A. Resurreccion. 1986. A systems analysis of postharvest handling of fresh snap beans. HortScience 21(3): 470-472.

Shoemaker, J. S. 1953. Vegetable growing. (2nd Ed.). Wiley, N. Y. 515 p.

Silveira, N. S. S., S. J. Michereffi, M. Menezes, and G. M. Campos-Takaki. 1994. Potential of *Trichoderma* spp. isolates on the control of *Sclerotium rolfsii* on beans. (In Portuguese with English summary). Summa Phytopathologica 20(1): 22-25. (c. a. Rev. Plant Path. 73(11): 7838; 1994).

Sims, W. L., J. F. Harrington, and K. B. Tyler. 1977. Growing bush snap beans for mechanical harvest. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. Leaflet 2674. 8 p.

Singh, B. P. 1989. Irrigation water management for bush snap bean production. HortScience 24(1): 69-70.

Smith, V. L. 1996. Enhancement of snap bean emergence by *Gliocladium virens*. HortScience 31(6): 984-985.

Singh, G, and D. Wright. 1999. Effects of herbicides on nodulation, symbiotic nitrogen fixation, growth and yield of pea (*Pisum sativum*). J. Agric. Sci. 133(1): 21-30.

Sivritepe, H. O. and A. M. Dourado. 1995. The effect of seed moisture content and viability on the susceptibility of pea seeds to soaking injury. Scientia Horticulturae 61(3/4): 185-191.

Smartt, J. 1976. Tropical pulses. Longman, London. 348 p.

Smith, S. N., D. M. Helms, and S. R. Temple. 1999. The distribution of fusarium wilt of blackeyed cowpeas within California caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* race 4. Plant Disease 83(7): 694.

Smittle, D. A., W. L. Dickens, and J. R. Stansell. 1990. An irrigation scheduling model for snap bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(2): 226-230.

Songa, W. and R. J. Hillocks. 1996. Charcoal rot in common bean with special reference to Kenya. International Journal of Pest Management 42(4): 213-219.

Songa, W. and R. J. Hillocks. 1998. Survival of *Macrophomina phaseolina* in bean seed and crop residue. International Journal of Pest Management 44(2): 109-114.

Speer, M. and W. M. Kaiser. 1994. Replacement of nitrate by ammonium as the nitrogen source increases the salt sensitivity of pea plants. II. Inter and interacellular solute compartmentation in leaflets. Plant, Cell and Environment 17(11): 1223-1231.

Speer, M., A. Brune, and W. M. Kaiser. 1994. Replacement of nitrate by ammonium as the nitrogen source increases the salt sensitivity of peas plants. I. Ion concentrations in root aud leaves. Plant, Cell and Environment 17(11): 1215-1221.

Srinivasan, M., D. J. Peterson, and F. B. Holl. Nodulation of *Phaseolus vulgaris* by *Rhizobium etli* is enhanced by the presence of *Bacillus*. Canadian Journal of Microbiology 43(1): 1-8.

Steele, W. M. 1976. Cowpeas. *In*: N. W. Simmonds (ed.) "Evolution of Crop Plants"; pp. 183-185. Longman, London.

Stegmark, R. 1994. Downy mildew on peas (*Peronospora viciae* f. sp. *pisi*). Agronomie 14(10): 641-647.

Stevens, M. A., R. C. Lindsay, L. M. Libbey, and W. A. Frazier. 1967. Volatile components of canned snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 833-845.

Stoddard, F. L. 1993. Limits to retention of fertilized flowers in faba beans (*Vicia faba* L.). J. Agron. Crop. Sci. 171(4): 251-259.

Takeoka, G. R., L. T. Dao, G. H. Full, R. Y. Wong, L. A. Harden, R. H. Edward, and J. de J. Berrios. 1997. Journal of Agricultural and Food Chemistry 45(9): 3395-3400.

Tan, C. S. and J. C. Tu. 1995. Tillage effect on root rot severity, growth and yield of beans. Canadian Journal of Plant Science 75(1): 183-186.

Teakele, A. and C. R. McDavid. 1994. Effects of short-term weterlogging on cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Tropical Agriculture 71(4): 275-280.

Teixeira, M. G., J. G. M. Guerra, D. L. de Almeida, A. P. Araujo, and A. A. Franco. 1999. Effect of seed phosphorus concentration on nodulation and growth of three common bean cultivars. Journal of Plant Nutrition 22(10): 1599-1611.

Terrell, E. E. and H. F. Winters. 1974. Changes in scientific names for certain crop plants. HortScience 9: 324-325.

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611 p.

Thorup-Kristensen, K. 1998. Root growth of green pea (*Pisum sativum* L.) genotypes 38(6): 1445-1451.

Tigchelaar, E. C. (Ed.). 1980. New vegetable varieties list XXI. HortScience 15: 565-578.

Tigchelaar, E. C. (Ed.). 1986. New vegetable variety list 22. HortScience 21: 195-212.

Tonneijck, A. E. G. 1994. Effects of various ozone exposures on the susceptibility of beans leaves (*Phaseolus vulgaris* L.) to *Botrytis cinerea.* Environmental Pollution 85(1): 59-65.

Tonneijck, A. E. G. and C. J. van Dijk. 1997. Effects of ambient ozone on injury and yield of *Phaseolus vulgaris* at four rural sites in the Netherlands as assessed by using ethylendiurea (EDU). New Phytologist 135(1): 93-100.

Tonneijck, A. E. G. and G. Leone. 1993. Changes in susceptibility of bean (*Phaseolus vulgaris*) to *Sclerotinia sclerotiorum* and *Botrytis cinerea* by pre-inoculative ozone exposures. Netherlands J. Plant Path. 99(5-6): 313-322.

Torija-Isasa, M. E., C. Diez-Marques, M. Camara-Hurtado, and M. C. Sanchez-Mata. 1998. Effect of controlled atmosphere storage on nutritive value of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.), p. 78, In: COST 915, Consumer Oriented Quality Improvement of Fruit and Vegetable Products. Polytechic University of Madrid, Spain.

Toscano, N. C. (Comp.). 1979. Insect and nematode control recommendations for asparagus, eggplant, okra, peppers and sweet corn. Univ. Calif, Div. Agr. Sci., Leaflet 21140. 8 p.

Trial, M. A., I. A. Wahem, and J. N. Bizri. 1992. Snap bean quality changed minimally when stored in low density polyolefin film package. Journal of Food Scieuce 57(4): 977-979.

Trinchant, J. C., Y. S. Yang, and J. Rigaud. 1998. Proline accumulation inside symbiosomes of faba bean nodules under salt stress. Physiologia Plantarum 104(1): 38-49.

Trutmann, P. and M. M. Pyndji. 1994. Partial replacement of local common bean mixtures by high yielding amgular leaf spot resistant varieties to conserve local genetic diversity while increasing yield. Annals of Applied Biology 125(1): 45-52.

Tu, J. C. 1994. Effects of soil compaction, temperature, and moisture on the development of the *Fusarium* root rot complex of pea in southwestern Ontario. Phytoprotection 75(3): 125-131. c. a. Rev. Plant Path. 74(11): 7149, 1990.

Tu, J. C. 1997a. An integrated control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) on beans, with emphasis on recent advances in biological control. Botanical Bulletin of Academia Sinica 38(2): 73-76. (c. a. Hort. Abstr. 67: 10508; 1997.

Tu, J. C. 1997b. Biological control of white mould in white beans using *Trichoderma viride*, *Gliocladium roseum* and *Bacillus subtilis* as

protective foliar spray. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent 62(3b): 979-986. (c. a. Rev. Plant Path. 77: 6535; 1998).

Tu, J. C. and B. R. Buttery. 1988. Soil compaction reduces nodulation, nodule efficiency, and growth of soybean and white bean. HortScience 23: 722-724.

Tu, J. C. and J. Zheng. 1997. Effect of diluent and carrier on seed germination, plant growth and biological seed treatment of navy bean. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent 62(3b): 993-999. c. a. Rev. Plant Path. 77(8): 6536; 1998.

Udaiyan, K., A. P. G. Devi, A. Chitra, and S. Greep. 1997. Possible role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on drought tolerance in *Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata* (L.). Walp and *Leucaena latisiliqua* L. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. 20(2/3): 135-146. (c. a. Field Crop Abstr. 52: 5002; 1999).

Umaharan, P., R. P. Ariyanayagam, and S. O. Haque. 1997. Effect of short-term waterlogging applied at various growth phases on growth, development and yield in *Vigna unguiculata*. J. Agric. Sci. 128(2): 189-198.

Univ. of Calif. 1983. Edible pod pea production in California. Div. Agr. Sci. Leaflet 21328. 4 p.

Vandermieren, K., L. de Temmerman, and N. Hookham. 1995. Ozone sensitivity of *Phaseolus vulgaris* in relation to cultivar differences, growth stage and growing conditions. Water, Air, and Soil Pollution 85(3): 1455-1460.

Vas, C. G., D. de Oliveira, and O. S. Ohash. 1998. Pollinator contribution to the production of cowpea in the Amazon. HortScience 33(7): 1157-1159.

Vechiato, M. H., J. L. de Castro, I. Ishimura, J. C. Sabino, and J. O. M. Menten. 1997. Bean anthracnose: relationship between pod severity and the incidence of the pathogen in the seed. (In: Portuguese with English summary). Fitopatologia Brasileira 22(2): 159-163. (c. a. Rev. Plant Path. 77: 2110; 1998).

Vieira, R. F., C. Vieira, E. J. B. N. Cardoso, and P. R. Mosquim. 1998. Foliar application of molybdenum in common bean. II. Nitrogenase and nitrate reductase activities in a soil of low fertility. Journal of Plant Nutrition 21(10): 2141-2151.

Vieira, R. F., E. J. B. N. Cardoso, C. Vieira, and S. T. A. Cassini. 1998a. Foliar application of molybdenum in common bean. III. Effect on nodulation. Journal of Plant Nutrition 21(10): 2153-2161.

Vierheilig, H. and Y. Piche. 1996. Grafts between peas forming the arbuscular mycorrhizal symbiosis (Myc^+) and pea mutants resistant to AM fungi (Myc^-) show the same colonization characteristics as ungrafted plants. Journal of Plant Physiology 147(6): 762-764.

Vikman, P. and J. K. Vessey. 1992. The decline in N_2 fixation rate in common bean with the onset of pod-filling: fact or artifact. Plant and Soil 147(1): 95-105.

Wade, B. L. 1937. Breeding and improvement of peas and beans. *In* U. S. Dept. Agr. "Yearbook of Agriculture: Better Plants and Animals II"; pp. 251-282. Wash., D. C.

Walker, J. C. 1969. Plant pathology. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 819 p.

Wang, D. and A. J. Maule. 1992. Early embryo invasion as a determinant in pea of the seed transmission of pea seed-borne mosaic virus. Journal of General Virology 73(7): 1615-1620.

Wang, R. Y., R. C. Gergerich, and K. S. Kim. 1994. The relationship between feeding and virus retention time in beetle transmission of plant viruses. Phytopathology 84(9): 995-998.

Wang, X. F., T. D. Warkentin, C. J. Briggs, B. D. Oomah, C. G. Campbell, and S. Woods. 1998. Trypsin inhibitor activity in field pea (*Pisum sativum* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 46(7): 2620-2623.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. Producing vegetable crops. (3rd ed.). The Interstate Printers & Pub., Inc., Danville, Illinois. 607 p.

Warkentin, T. D., K. Y. Rashid, and A. G. Xue. 1996. Fungicidal control of *Ascochyta* blight of field pea. Canadian Journal of Plant Science 76(1): 67-71.

Watada, A. E. and L. L. Morris. 1967. Growth and respiration patterns of snap bean fruits. Plant Physiology 42(6): 757-761.

Watada, A. E. and L. L. Morris. 1996a. Effect of chilling and non-chilling temperatures on snap bean fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89: 368-374.

Watada, A. E. and L. L. Morris. 1966b. Post-harvest behavior of snap bean cultivars. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89: 375-380.

Watt, B. K. and A. L. Merrill. 1963. Compusition of foods. U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook No. 8. 190 p.

Watts, L. 1980. Flower and vegetable plant breeding. Grower Books, London. 182 p.

Weaver, R. J. 1972. Plant growth substances in agriculture. S. Chand & Co. Ltd., New Delhi. 594 p.

Weaver, J. E. and W. E. Bruner. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 351 p.

Wehner, T. C. 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 24. HortScience 34(5): 763-806.

Wehner, T. C. (Ed.). 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 25. HortScience 34(6): 957-1101.

Welbaum, G. E., D. Bian, D. R. Hill, R. L. Grayson, and M. K. Gunatilaka. 1997. Freezing tolerance, protein composition, and abscisic acid localization and content of pea epicotyl, shoot, and root tissue in response to temperature and water stress. Journal of Experimental Botany 48(308): 643-654.

Wenzel, A. A. and H. Mehlhorn. 1995. Zinc deficiency enhances ozone toxicity in bush beans (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Saxa). Journal of Experimental Botany 46(288): 867-872.

White, J. W. and C. Montes-R. 1993. The influence of temperature on seed germination in cultivars of common bean. Journal of Experimental Botany 44(269): 1795-1800.

Whitesides, R. E. (Comp.). Oregon weed control handbook. Ext. Serv., Oregon State Univ., Corvallis. 162 p.

Wilcox-Lee, D. A. and R. Loria. 1987. Effects of soil moisture and root knot nematode, *Meloidogyne hapla* (Chitwood), on water relations, growth, and yield in snap bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(4): 629-633.

Williams, C. B., III and O. L. Chambliss. 1980. Outcrossing in southernpea. HortScience 15: 179.

Wills, R. B. H. and G. H. Kim. 1996. Effect of ethylene on postharvest quality of green beans. Aust. J. Exp. Agric. 36(3): 335-337.

Wilson, D. O., Jr. and S. E. Trawatha. 1991. Enhancement of bean emergence by seed moisturization. Crop Science 31(6): 1648-1651.

Wittwer, S. H. 1954. Control of floweing and fruit setting by plant regulators. *In* H. B. Tukey (Ed.) "Plant Regulators in Agriculture"; pp. 62-80. John Wiley, N. Y.

Witter, S. H. 1968. Chemical regulators in horticulture. HortScience 3: 163-167.

Wittwer,. S. H. and M. J. Bukovac. 1962. Exogenous plant growth substances affecting floral initiation and fruit set. *In* Campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Symposium"; pp. 65-83. Camden, N. J.

Wolfe, D. W., D. T. Topoleski, N. A. Gundersheim, and B. A. Ingall. 1995. Growth and yield sensitivity of four vegetable crops to soil compaction. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(6): 956-963.

Wood, C. K., J. R. Pratt, and A. L. Moore. 1998. Identification and characterisation of cultivar-specific 22-kDa heat shock proteins from mitochondria of *Pisum sativum*. Physiologia Plantarum 103(3): 369-376.

Xi, K., J. H. G. Stephens, and S. F. Hwang. 1995. Dynamics of pea seed infection by *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani*: effects of inoculum density and temperature on seed rot and pre-emergence damping-off. Canadian Journal of Plant Pathology 17(1): 19-24.

Xi, K., J. H. G. Stephens, and P. R. Verma. 1996. Application of formulated rhizobacteria against root rot of field pea. Plant Pathology 45(6): 1150-1158.

Xing, W. B. and C. B. Rajashekar. 1999. Alleviation of water stress in beans by exogenous glycine betaine. Plant Science (Limerick) 148(2): 185-192.

Xue, A. G., T. D. Warkentin, and E. O. Kenaschuk. 1997. Effects of timings of inoculation with *Mycosphaerella pinodes* on yield and seed infection of field pea. Canadian Journal of Plant Science 77(4): 685-689.

Yamaguchi, M. 1983. World Vegetables: principles, production and nutritive values. Avi. Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.

Yamanouchi, M., S. Tanaka, and H. Fujiyama. 1997. The cultivarietal differences in salt-tolerance and the effect of NaCl on the absorption and translocation of K, Ca and Mg ions in *Phaseolus vulgaris* L. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65(4): 737-745.

Yanez-Jimenez, P. and J. Kohashi-Shibata. 1998. Effect of drought stress on ovules of *Phaseolus vulgaris* L. Phyton (Buenos Aires) 62(1/2): 205-212. c. a. Hort. Abstr. 69(3): 2181, 1999.

Zaiter, H. Z. and Saade. 1993. Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on tepary and common bean cultivars. Communications in Soil Science and Plant Analysis 24(1-2): 109-123.

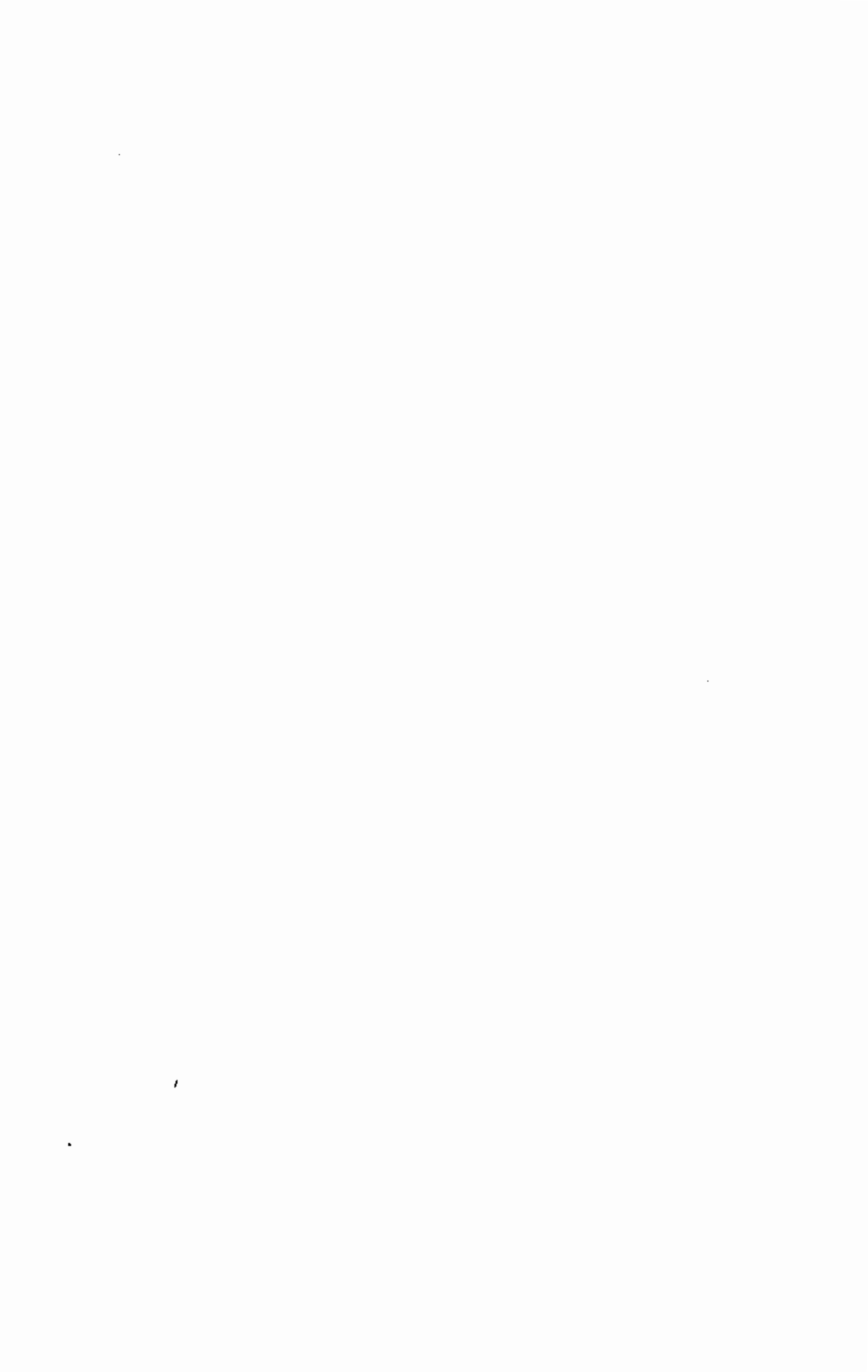
Zaumeyer, B. J. and H. R. Thomas. 1958. Bean diseases and their control. U. S. Dept. Agr., Farmer's Bul. 1692. 38 p.

Zeven, A. C. 1997. The introduction of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) into Western Europe and the phenotypic variation of dry beans collected in the Netherlands in 1946. Euphytica 94(3): 319-328.

Zhang, J. H. and X. P. Zhang. 1994. Can early wilting of old leaves account for much of the ABA accumulation in flooded pea plants ? Journal of Experimental Botany 45(278): 1335-1342.

Zhang, C. L., P. H. Li, and C. C. Shin. 1994. GLK-8903 reduces membrane phospholipid peroxidation and alleviates chilling injury in *Phaseolus vulgaris* L. Journal of the American Society for Horticultural Science 119(2): 307-312.

Ziedan, M. I. (Ed.). 1980. Index of plant diseases in Egypt. Inst. Plant Path., Agr. Res. Cent., Cairo, Egypt. 95 p.



الصور الملونة





شكل (١-٣): صنف البسلة تليفزيون **Television**.



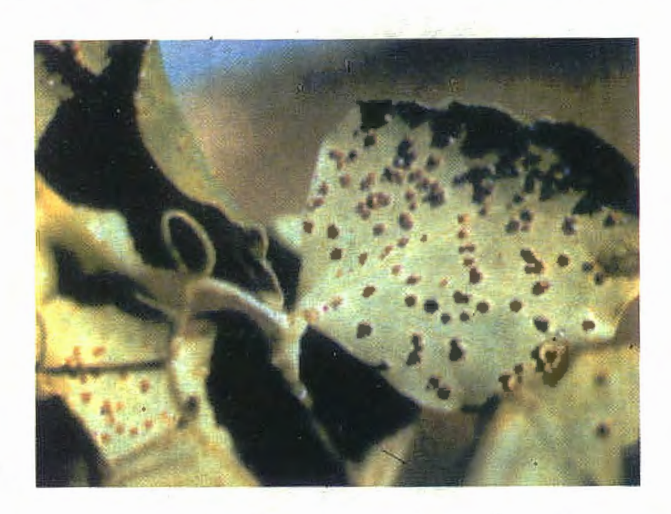
شكل (١-٤): صنف البسلة السكرية شوجر دادى **Sugar Daddy**.



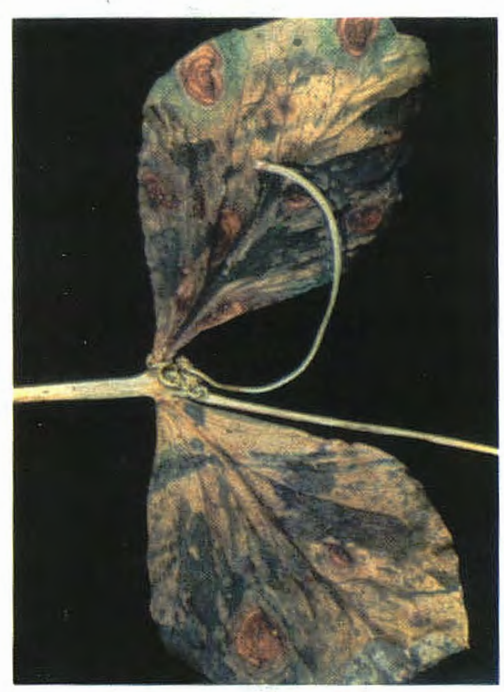
شكل (١-٥): صنف البسلة المنجتوه أوريجون جاينت Oregon Giant.



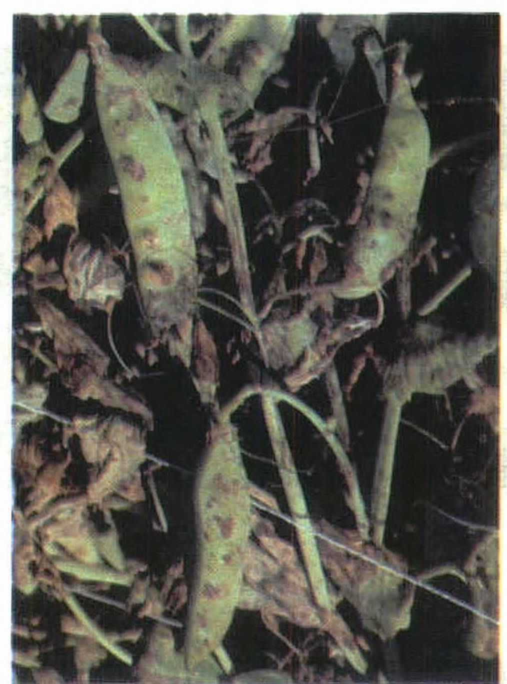
شكل (٥-١): أعراض الإصابة بالبياض الدقيقى فى البسلة.



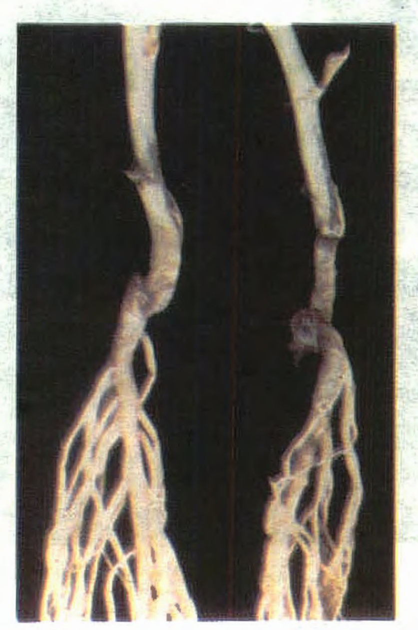
شكل (٥-٢): أعراض الإصابة بالصدأ في البسلة.



شكل (٥-٣): أعراض الإصابة بلفحة أسكوكيتا Ascochyta blight على أوراق البسلة (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شـــكل (٥-٤): أعــراض الإصابة بلفحة أسكوكيتا على الأوراق، والسيقان، والقرون فى البسلة (عن Putnam وآخرين ١٩٩١).



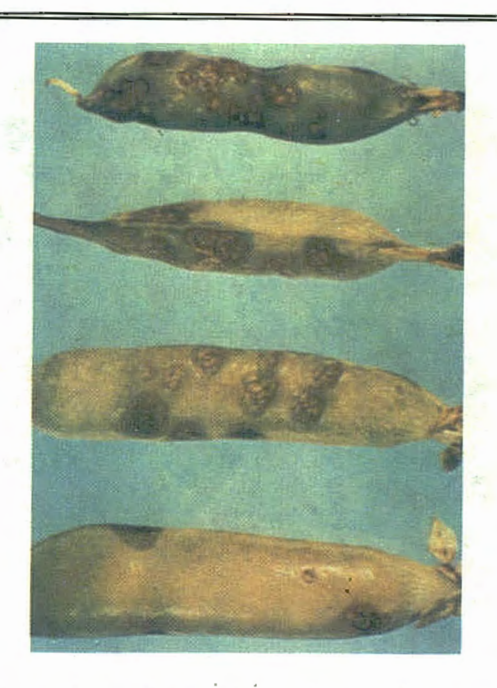
شكل (٥-٥): أعراض الإصابة بعفن أفانوميسس الجذرى فى البسلة.



شكل (٥-٦): أعراض الإصابة بالذبول الفيوزارى فى البسلة.



شكل (٥-٧): أعراض الإصابة بعفن الجذر الفيوزارى فى البسلة.



شكل (٥-٨): أعراض الإصابة باللفحة البكتيرية على قرون البسلة.



شكل (٥-٩): أعراض الإصابة باللفحة البكتيرية على أوراق البسلة.



شـكل (٥-١٠): أعراض إصابة الأوراق بفـيرس الموزايـك والنموات السـطحية Pea Enation Mosaic Virus فى البسلة.



شـكل (٥-١١): أعراض إصابة القرون بفيرس الموزايك والنموات السـطحية فى البسلة.



شكل (٥-١٢): أعراض الإصابة بفيرس موزايك البسلة Pea Mosaic Virus في البسلة.



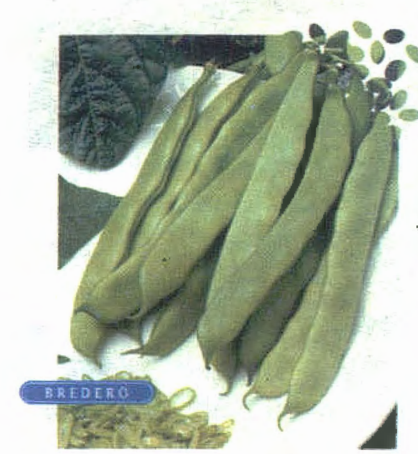
شكل (٥-١٣): أعراض الإصابة بفيرس تخطيط البسلة Pea Streak Virus في البسلة.



شكل (٥-١٥): أعراض الإصابة بالمن على القمة النامية والسطح السفلى لأوراق البسلة.



شكل (٥-١٨): يرقة سوسة البسلة وهى تتغذى على بذرة البسلة.



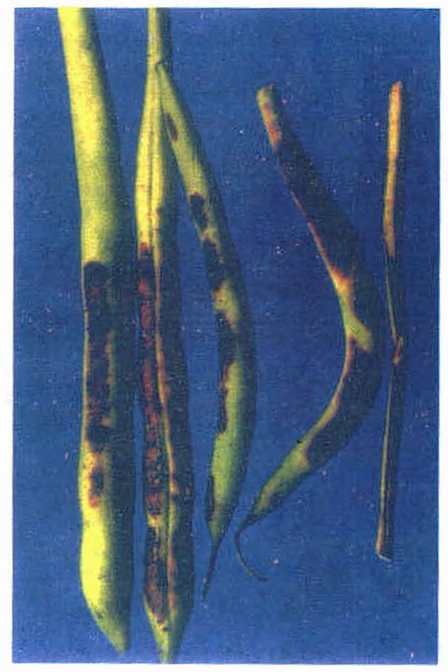
شـــكل (٦-٤): صـــنف الفاصـــوليا بريديـــرو Predero وهو من طراز الرومانو Romano.



شكل (٧-١): أعراض نقص الزنك فى الفاصوليا (عن Hagedorn & Inglis ١٩٩٨).



شكل (٨-١): بادرات الفاصوليا الخالية من القمة النامية **Baldheads**.



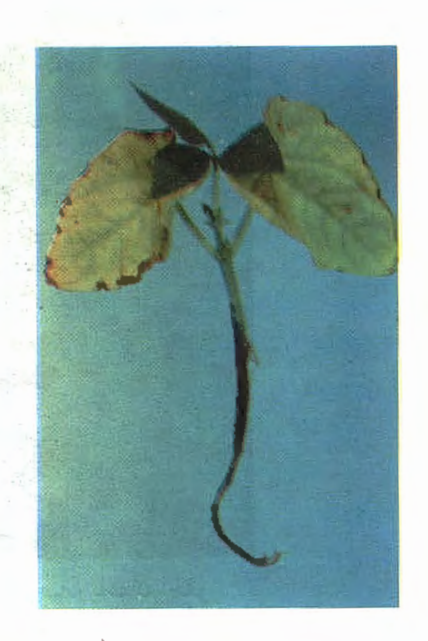
شكل (٨-٤): أعراض الإصابة بلفحة الشمس فى الفاصوليا.



شكل (٨-٥): الأضرار التى تحدثها الرياح فى قرون الفاصوليا.



شكل (٩-١): أعراض الإصابة بعفن ريزوبس Rhizopus Rot على الفاصوليا أثناء الشحن والتخزين.



شــكل (١٠-١): أعــراض الإصابة بالذبول الطــرى المتســبب عن الفطر *Pythium* فى بادرات الفاصوليا (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شــكل (١٠-٢): أعــراض الإصابة بعفن بثيم الجذرى **Pythium Root Rot** فى الفاصوليا (عن **Hagedorn & Inglis** ١٩٩٨).



شكل (١٠-٣): أعراض الإصابة بأعفان الجذور وتقرح السويقة الجنينية السفلى الرايزكتونى فى الفاصوليا (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شكل (١٠-٤): أعراض الإصابة بعفن الجذور الجاف المتسبب عن الفطر *Fusarium solani* فى الفاصوليا.



شكل (١٠-٥): أعراض الإصابة بالعفن الأبيض المتسبب عن الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* فى الفاصوليا.



شكل (١٠-٦): أعراض الإصابة بالعفن الأبيض المتسبب عن الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* على قرون الفاصوليا.



شـكل (١٠-٧): مقارنة بين أعراض إصابة قرون الفاصوليا بكل من العفن الأبيض المتسبب عن الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* (على اليسار)، والعفن الرمادى المتسبب عن الفطر *Botrytis cinerea* (على اليمين).



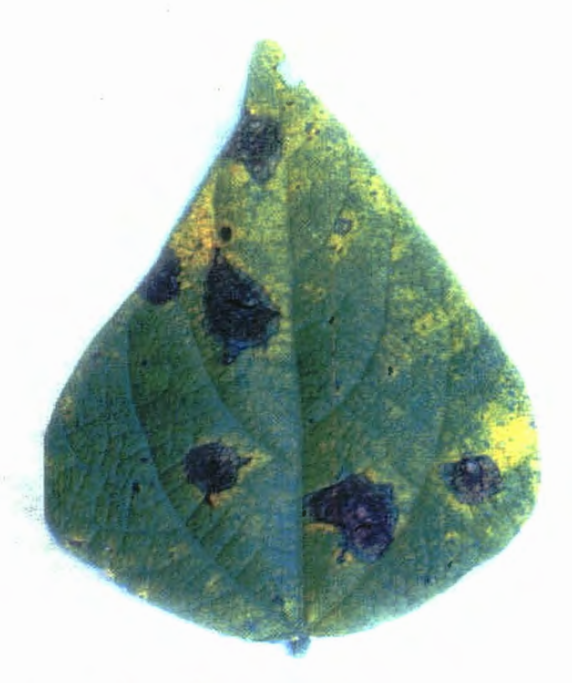
شـكل (١٠-٨): أعـراض الإصابة بالعفن الفحمى المتسبب عن الفطر *Macrophomina phaseolina* فى الفاصوليا.



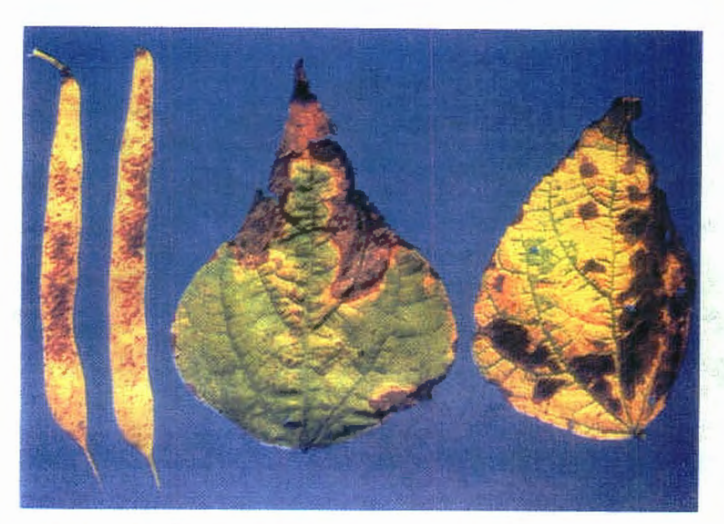
شكل (١٠-٩): أعراض الإصابة بالصدأ فى الفاصوليا.



شكل (١٠-١٠): أعراض الإصابة بالبياض الدقيقى فى الفاصوليا.



شكل (١٠-١١): أعراض الإصابة بتبقع الأوراق الألترنارى فى الفاصوليا.



شكل (١٠-١٢): أعراض الإصابة بتبقع الأوراق والقرون الألترنارى فى الفاصوليا (عن Hagedorn & Inglis ١٩٩٨).



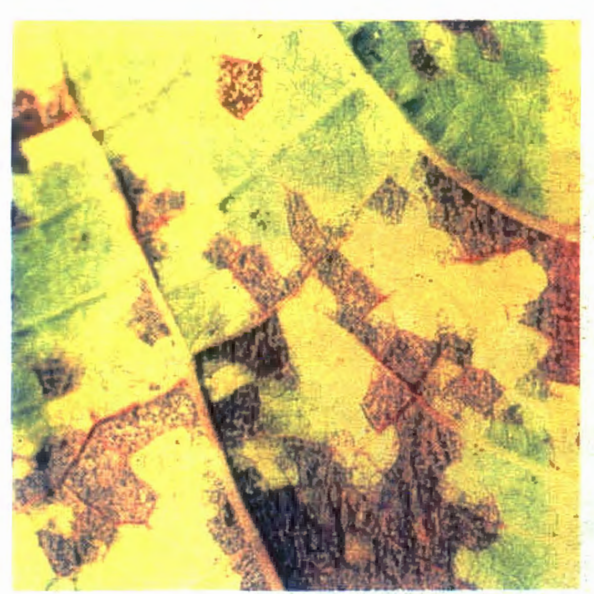
شـــكل (١٠-١٣): أعراض الإصابة بالأنثراكنوز على الـسطح السفلى لورقة الفاصوليا.



شـــكل (١٠-١٤): أعراض الإصابة بالأنثراكنوز فى قرون الفاصوليا (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شكل (١٠-١٥): أعراض الإصابة بتبقع الأوراق الزاوى المتسبب عن الفطر *Phaeoisariopsis griseola* على أوراق الفاصوليا.



شكل (١٠-١٦): أعراض الإصابة بمرض تبقع الأوراق الزاوى على السطح السفلى لأوراق الفاصوليا فى الجو الرطب، حيث تظهر جراثيم الفطر السوداء اللون.



شكل (١٠-١٧): أعراض الإصابة بمرض تبقع الأوراق الزاوى على قرون الفاصوليا.



شكل (١٠-١٨): أعراض الإصابة بمرض تبقع الأوراق السركسبورى فى الفاصوليا.



شكل (١٠-١٩): أعراض الإصابة بمرض تبقع أوراق أسكوكيتا على أوراق الفاصوليا.



شـكل (١٠-٢٠): أعراض الإصابة بمرض تبقع
أوراق وقرون أسكوكيتا على قرون الفاصوليا.



شكل (١٠-٢١): أعراض الإصابة بمرض البقع البنية البكـتيرية المتسبب عن البكتيريا *Pseudomonas syringae* **pv.** *syringae* على أوراق الفاصوليا.



شـكل (١٠-٢٢): أعراض الإصابة بمرض البقع البنية البكتيرية على قرون الفاصوليا (عن **Hagedorn & Inglis ١٩٩٨**).



شكل (١٠-٢٣): أعراض الإصابة باللفحة الهالية المتسببة عن البكتيريا ***Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*** على أوراق الفاصوليا.



شكل (١٠-٢٤): أعراض الإصابة باللفحة الهالية على قرون الفاصوليا.



شكل (١٠-٢٥): السنمو القمي لنباتات فاصوليا مصابة بمرض اللفحة الهالية، حيث تبدو صفراء اللون.



شكل (١٠-٢٦): أعراض الإصابة باللفحة العادية المتسببة عن البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* على أوراق الفاصوليا.



شكل (١٠-٢٧): أعراض الإصابة باللفحة العادية على قرون الفاصوليا (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شكل (١٠-٢٨): أعراض الإصابة بفيرس موزايك الفاصوليا العادى Bean Common Mosaic Virus فى الفاصوليا.



شكل (١٠-٢٩): أعراض الإصابة بفيرس موزايك الفاصوليا الأصفر **Yellow Bean Mosaic Virus** فى الفاصوليا.



شكل (١٠-٣٠): أعراض الإصابة بفيرس موزايك الفاصوليا الذهبى **Golden Bean Mosaic Virus** فى الفاصوليا (عن **Hagedorn & Inglis ١٩٩٨**).



شـــكل (١٠-٣١): أعـــراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور فى الفاصوليا التى تكون فيها جزءا من الجذور، ولا يمكـــن فصلها بسهولة عنه مقارنة بعقد الرايزوبيم الجذرية التى تظهر فى شكل (١٠-٣٢).



شكل (١٠ - ٣٢) : عقد الرايزوبيم الجذرية ، وهى تتكون جانبياً على الجذور ، ويمكن فصلها عنها بسهولة مقارنة بالعقد الجذرية التى تحدثها نيماتودا لعقد الجذور ، والتى تكون فيها العقد جزءاً من الجذور ، ولا يمكن فصلها عنها بسهولة ، وهى تظهر فى شكل (١٠ - ٣١)



شكل (١٠-٣٣): منّ الفاصوليا الأسود حول ساق النبات.



شكل (١٠-٣٤): منّ الفاصوليا الأسود على القرون (عن **Putnam** وآخرين ١٩٩١).



شكل (١٠-٣٥): الذبابة البيضاء (الحوريات والحشرة الكاملة) على السطح السفلى للورقة.



شكل (١٠-٣٨): أعراض الإصابة بالعنكبوت الأحمر على أوراق الفاصوليا.



شكل (١٠-٣٩): حشرة العنكبوت الأحمر كما تظهر بالعدسة المكبرة.



شكل (١٢-١): صنف الفول الرومي اكوادولسي **Aquadulce**.



شكل (١٢-٢): صنف الفول الرومى كون آمور **Con Amore**.



شكل (١٢-٣): أعراض الإصابة بالصدأ على الفول.



شكل (١٢-٤): أعراض الإصابة بمرض التبقع البنى فى الفول.



شكل (١٢-٥): أعراض الإصابة بلفحة أسكوكيتا على أوراق الفول.



شكل (١٢-٦): أعراض الإصابة بلفحة أسكوكيتا على ساق الفول.



شكل (١٢-٧): أعراض الإصابة بالبياض الدقيقى على أوراق الفول.



شكل (١٢-٨): إصابة شديدة بالهالوك فى الفول.